NOTIONS ÉLÉMENTAIRES

SUR

L'INDUSTRIE

DANS LE DÉPARTEMENT

DES ARDENNES

PAR

EDMOND NIVOIT

INGÉNIEUR DES MINES.



CHARLEVILLE

EUGÈNE JOLLY, LIBRAIRE-ÉDITEUR

GRANDE PLACE ET RUE DU MOULIN

1869





NOTIONS ÉLÉMENTAIRES

SUR L'INDUSTRIE

DANS LE DÉPARTEMENT DES ARDENNES

TYP. DE LELAURIN, A MÉZIÈRES.



NOTIONS ÉLÉMENTAIRES

SUR

L'INDUSTRIE

DANS LE DÉPARTEMENT

DES ARDENNES

PAR

EDMOND NIVOIT

INGÉNIEUR DES MINES.



CHARLEVILLE

EUGÈNE JOLLY, LIBRAIRE-ÉDITEUR

GRANDE PLACE ET RUE DU MOULIN

1869

AVANT-PROPOS.

Dans un département comme celui des Ardennes, dont la population laborieuse et intelligente se livre avec tant d'ardeur aux travaux industriels, un ouvrage élémentaire sur l'industrie locale ne peut manquer d'offrir un intérêt tout particulier. Décrire en termes aussi clairs que possible les principaux procédés mis en usage dans les usines, faire apprécier, par des chiffres exacts, les forces productives du pays, montrer quelle part a prise le département au rapide mouvement industriel de notre époque et comment l'industrie y a grandi pour atteindre son degré de prospérité actuel, tel est, suivant nous, le programme qui doit être suivi par un ouvrage de cette nature, si l'on veut qu'il soit lu par tous avec profit.

Un aussi difficile travail eût demandé une plume plus savante et plus autorisée que la

nôtre ; néanmoins, suivant le désir exprimé par S. Exc. le Ministre de l'Instruction publique et sur les encouragements bienveillants de M. le Recteur de l'Académie de Douai et de M. l'Inspecteur d'Académie du département, nous avons accepté cette tâche délicate d'écrire un petit livre populaire concernant l'industrie des Ardennes.

Nous ne nous dissimulons pas toutes les imperfections de notre travail; on usera peut-être d'indulgence à notre égard si l'on songe aux questions nombreuses, la plupart étrangères à notre spécialité, auxquelles nous avons été obligé de toucher, et à la difficulté que l'on éprouve à décrire succinctement et simplement des procédés compliqués. Nous avons fait tous nos efforts pour être facile à comprendre et pour dégager notre langage de toute expression scientifique; cependant, comme un art industriel est toujours l'application d'une science, nous n'avons pu nous dispenser de supposer chez nos lecteurs quelques notions, au moins superficielles, des sciences mécaniques, physiques, chimiques et naturelles. Dans nos descriptions de procédés, nous avons généralement laissé dans l'ombre le côté purement matériel,

et nous nous sommes avant tout attaché à mettre les principes en lumière ; le cadre qui nous était imposé nous en faisait une obligation, et d'ailleurs quelques visites d'usines en apprendront plus sous ce rapport que de longues lectures qui ne parlent pas aux yeux.

Les renseignements statistiques que nous donnons dans le cours de cet ouvrage sont, à ce que nous croyons, d'une exactitude rigoureuse, car ils ont été puisés aux sources les plus sûres ou recueillis près des hommes les plus compétents. Il nous suffira de citer, parmi les personnes qui ont bien voulu nous faire profiter de leur savoir et de leur expérience, MM. Estivant, de Givet; Létrange, de Charleville; Cunin-Gridaine, de Sedan; Baudet, de Revin; Joseph, de Château-Regnault, pour faire comprendre quelle confiance on peut avoir dans ces renseignements. Quand des chiffres certains nous ont manqué, nous nous sommes abstenu, et nous avons mieux aimé être incomplet qu'inexact. Dans nos considérations sur le rôle, l'importance et l'avenir des diverses industries du département, nous avons été le plus réservé possible, et nous nous sommes gardé d'émettre des appréciations qui eussent pu paraître fausses

ou hasardées à plusieurs personnes ; nous laissons généralement à chacun le soin de tirer des documents que nous fournissons telles conséquences qu'il lui plaira.

Le plan que nous avons suivi est très-simple. Dans les cinq premiers chapitres, nous étudions les industries qui ont la plus grande importance dans le département des Ardennes et qui lui donnent son caractère industriel, c'est-à-dire l'exploitation des substances minérales, l'industrie agricole, l'exploitation forestière, la métallurgie et la fabrication des tissus. Le sixième et dernier chapitre est réservé à diverses industries qui n'ont qu'une importance secondaire.

Sans doute cette classification des industries n'a rien de méthodique et s'éloigne même beaucoup de celle des économistes ; nous ne l'avons adoptée que parce qu'elle nous paraît mieux appropriée à la circonstance et surtout plus commode pour l'étude.



NOTIONS ÉLÉMENTAIRES

SUR L'INDUSTRIE

DANS LE DÉPARTEMENT DES ARDENNES



CHAPITRE Ier.



INDUSTRIE MINÉRALE.



1. — La nature minérale est d'une merveilleuse variété. Il n'est pas nécessaire de parcourir une grande étendue de pays pour reconnaître qu'à chaque pas le sol change de composition et nous offre en abondance toutes sortes de matériaux que l'homme applique à la satisfaction de ses besoins. C'est de l'écorce terrestre que nous tirons les pierres qui servent à construire nos maisons, les ardoises destinées à les couvrir, la houille, dont l'industrie ne peut plus se passer, les métaux, les pierres précieuses, et une foule d'autres substances dont l'énumération serait trop longue.

La *géologie,* ou science de la formation de la terre, est donc une des sciences les plus utiles en même

temps qu'elle est une des plus attrayantes. N'est-il pas intéressant de connaître comment a été formé le globe que nous habitons, et comment se sont disposées ces roches variées qui, pour l'observateur superficiel, paraissent arrangées au hasard et juxtaposées comme les cases d'un damier? N'est-il pas utile de savoir où peuvent se trouver les matières minérales dont l'industrie fait un si fréquent usage, et n'éviterait-on pas bien des mécomptes si, au lieu de les chercher au hasard, on se laissait guider par les enseignements de la science?

Aussi nous commencerons par raconter en quelques mots l'histoire de la terre. Dans cette histoire l'hypothèse, on le conçoit, joue un grand rôle, car les faits qui la composent n'ont eu pour témoin aucun être intelligent, et la tradition, ce flambeau de l'histoire humaine, fait complètement défaut. Néanmoins la géologie arrive aux inductions les plus probables en combinant les résultats de toutes les sciences avec ses propres observations.

NOTIONS GÉOLOGIQUES.

2. — A l'origine, notre globe était un véritable chaos. C'était une masse hétérogène de matières gazeuses, brillante comme un soleil, qui, se refroidissant dans sa marche à travers des espaces glacés, arriva graduellement à l'état liquide, en diminuant considérablement de volume.

Le refroidissement continuant, il se forma des lam-

beaux de matières solides qui nagèrent d'abord à la surface de cette mer de feu, agitée, sous l'influence des marées, par des tempêtes effroyables. Ces espèces de radeaux, augmentant peu à peu de volume, finirent par se souder et former une mince croûte qui enveloppa le globe. Mais cette couche, encore peu consistante, fut plusieurs fois déchirée, brisée, tordue par les violentes convulsions de la masse intérieure, et des matières en fusion s'échappèrent en bouillonnant par les fractures. Le même phénomène se reproduisit un nombre incalculable de fois pendant que la température obéissait à la loi mathématique du refroidissement et que la couche prenait de l'épaisseur et de la consistance.

Jusque-là le feu avait seul joué un rôle dans cette histoire, et les roches auxquelles il donna naissance sont, à cause de cette origine, appelées *roches plutoniennes* ou *éruptives ;* le granit, que tout le monde connaît, en est le type le plus répandu.

Il arriva un moment où les énormes masses d'eau qui flottaient en vapeur dans l'atmosphère terrestre ne purent plus se maintenir à cet état, par suite de l'abaissement de la température, et où elles passèrent à l'état liquide. Les roches éruptives, ravinées, déchirées, pulvérisées par des pluies diluviennes, furent entraînées par elles et donnèrent lieu à de vastes dépôts de sédiments. Les terrains ainsi formés sont nommés *terrains neptuniens* ou *sédimentaires,* par opposition aux précédents.

Pendant une longue suite de siècles, les révolutions

de la masse liquide se succédèrent. La croûte solide fut encore souvent crevée par les matières en fusion, et les eaux déposèrent encore bien des terrains sédimentaires pendant les périodes de calme qui séparaient ces grands cataclysmes. Les chaînes de montagnes qui sillonnent la surface terrestre résultent de cette action ignée qui, modifiant en outre les terrains sur lesquels elle s'exerçait, leur fit subir une transformation dite *métamorphique,* et donna ainsi naissance à une nouvelle classe de roches qui participent à la fois des roches sédimentaires et des roches plutoniennes et qui portent le nom de *roches métamorphiques.*

Telles sont les révolutions qui ont agité le globe avant l'époque à laquelle nous vivons, époque qui se terminera peut-être elle-même par une destruction complète.

3. — A quelle date remonte l'apparition de la vie à la surface de la terre? C'est ce qu'il est difficile de préciser; mais il est permis de supposer que la chute de la première goutte d'eau marqua le commencement de ce grand fait, car on trouve des vestiges d'animaux et surtout de plantes dans les sédiments les plus anciens.

Les premiers êtres étaient bien imparfaits et ils appartenaient à l'échelle inférieure de la création. A chaque grande révolution la vie disparaissait entièrement ou en grande partie de la surface du globe, détruite par l'envahissement subit des eaux de la mer.

Dans chaque période de calme, le globe se peuplait d'une nouvelle série d'animaux, en progrès sur la précédente et distincte de celle-ci. La création alla ainsi en se perfectionnant jusqu'à ce que l'homme, l'être le plus parfait, fît son apparition. Une grande partie de ces animaux ont complètement disparu et ne vivent plus de nos jours; mais il en existe un certain nombre dont l'espèce a traversé toutes les perturbations géologiques.

4. — En étudiant attentivement les sédiments et les roches éruptives, on est arrivé à en déterminer l'âge relatif et à classer les terrains en un certain nombre de groupes bien caractérisés, entre la formation desquels prennent place des soulèvements de montagnes. Les *fossiles,* ou restes d'animaux et de végétaux enfouis dans les terrains sédimentaires, ont fourni des indications précieuses dans cette étude ; ce sont comme les médailles qui ont servi à reconstituer l'histoire antédiluvienne du globe.

Les roches éruptives, qui ont formé la première écorce solidifiée du globe, appartiennent à la période que les géologues appellent la *période primitive,* pendant laquelle la terre n'était habitée par aucun animal ni par aucune plante, à cause de l'excessive température qui y régnait.

Elle fut suivie par la *période de transition*, ainsi nommée parce que les terrains qu'elle renferme, quoique formés par voie sédimentaire, ont été métamorphisés par l'action du feu et se rapprochent ainsi

des roches éruptives. Cette période présente une grande abondance de végétaux cryptogames et d'animaux appartenant aux mollusques, aux crustacés et aux polypiers; les vertébrés n'y sont représentés que par quelques empreintes de poissons. C'est à cette époque qu'a été formée la houille, substance de vastes forêts qui ont été englouties par les eaux et recouvertes de sédiments. C'est également à cette époque que remonte la formation du schiste ardoisier.

La *période secondaire* succéda à la période de transition. Les géologues la divisent en trois sous-périodes : *triasique, jurassique* et *crétacée.*

La *sous-période triasique* est caractérisée par des gisements considérables de sel gemme; elle voit naître des animaux tout-à-fait différents de ceux de l'époque précédente et dont les plus remarquables sont des reptiles sauriens de taille gigantesque; dans quelques couches on trouve une prodigieuse abondance de coquillages.

Les *terrains jurassiques,* ainsi nommés parce que le type le plus complet s'en trouve dans les montagnes du Jura, sont ceux qui, par leur grande extension superficielle et par le long espace de temps qui s'est écoulé pendant leur formation, tiennent la plus large place dans l'histoire de la terre. Le caractère minéralogique le plus saillant de ce groupe important est une grande abondance de *calcaires oolithiques*, c'est-à-dire de calcaires offrant l'aspect de petits grains arrondis, de grosseur variable, ressemblant à des œufs de poisson agglutinés ensemble. Les mers occupaient,

à l'époque jurassique, une étendue considérable, et elles étaient peuplées d'innombrables espèces de reptiles, de poissons, de mollusques, de zoophytes, etc. C'est à cette époque qu'apparaissent les premiers mammifères et les premiers insectes. La flore jurassique n'était pas moins riche que la faune et les continents étaient couverts d'immenses forêts de fougères gigantesques, de conifères, de cycadées, de pandanées, etc.

La *sous-période crétacée* est comme l'aurore de la création actuelle. Tandis que, jusqu'à présent, les espèces successivement créées étaient destinées à s'éteindre avant l'apparition de l'homme, la terre se peuple, à cette époque, d'animaux dont plusieurs espèces vivent encore de nos jours ; le même caractère se reproduit dans la vie végétale, et les dicotylédones commencent à l'emporter sur les monocotylédones qui avaient précédemment régné presque exclusivement. Les mers de cette sous-période contenaient des poissons, des lézards de taille énorme, et surtout des foraminifères ; ces derniers, espèces de mollusques microscopiques, étaient en quantités tellement innombrables que leurs débris ont formé de puissantes couches de craie, ainsi que l'ont démontré les recherches du savant micrograghe prussien Ehremberg. Des polypiers, des mollusques, des oursins, des crustacés, etc., se rencontraient également dans ces mers en grande abondance.

L'étage qui recouvre la craie constitue l'ensemble de dépôts appelés *tertiaires* qui ont immédiatement

précédé l'âge auquel nous vivons. Ils consistent en couches alternatives de sables, d'argiles et de calcaires sableux, et sont surtout développés dans les environs de Paris. On y trouve des mammifères de proportions colossales, inconnus dans les âges précédents.

La période suivante, qui se continue encore de nos jours, a reçu le nom de *période quaternaire.* Comme les précédentes, elle a été troublée par des cataclysmes, mais beaucoup plus restreints et qui n'avaient pas le même caractère de généralité. Le déluge dont parle la Bible est l'un de ces cataclysmes.

Ce sont ces dernières révolutions, dont l'une au moins a eu l'homme pour témoin, qui ont creusé ou plutôt façonné les vallées, qui ont couvert la surface de la terre de couches de cailloux roulés et de dépôts meubles, qui ont, en un mot, donné au globe son aspect et son relief actuels.

5. — Le département des Ardennes est loin d'offrir toutes les formations dont nous venons d'esquisser à grands traits la physionomie ; on n'y rencontre qu'une partie des terrains de transition, les terrains jurassiques et crétacés, et des terrains quaternaires. Nous sortirions des limites de notre sujet si nous voulions décrire en détail la composition minéralogique de ces terrains, et nous renverrons les personnes qui voudraient acquérir des notions complètes sur ce sujet au savant ouvrage de MM. Sauvage et Buvignier sur la statistique minéralogique et géologique du département des Ardennes. Nous dirons seulement quelques

mots des différentes espèces de terrains au fur et à mesure que nous décrirons les productions minérales qu'on y trouve.

Cependant nous jetterons un coup d'œil rapide sur les régions naturelles dans lesquelles on peut partager notre département afin de montrer comment la nature minéralogique du sol qui le constitue est en rapport intime avec une foule de circonstances locales.

Au nord de Charleville s'étend une région montueuse, à roches schisteuses et quartzeuses, qui se distingue très-nettement des régions avoisinantes, et qui est connue sous le nom d'*Ardenne*. Cette contrée est presque entièrement boisée; le sol y est pauvre et aride, et les habitants, déshérités des ressources de l'agriculture, n'ont d'autres moyens d'existence que l'exploitation des bois, l'industrie du fer et la fabrication des ardoises. Les habitations, construites en schiste du pays et couvertes d'ardoises bleues ou violacées, ont un aspect sévère en rapport avec la nature sauvage qui les entoure.

Dans le sud-ouest du département, le pays plat, ou faiblement accidenté, contraste avec la région septentrionale; le sol crayeux y est aride, peu profond et d'une monotonie fatigante. L'industrie y est à peu près nulle; les maisons sont misérablement construites en bois, en moellons de craie ou en carreaux de terre; de grands espaces déserts annoncent que la population est peu dense. Pendant longtemps l'agriculture a été très-délaissée dans ce pays, qui se rattache à l'ancienne Champagne; mais, au prix de

persévérants efforts, le Champenois est parvenu enfin à créer un sol sur ce terrain ingrat, et à faire produire d'excellentes récoltes à des terres qui semblaient, il y a peu de temps encore, vouées à une éternelle stérilité; c'est aux prairies artificielles que ce résultat est dû en grande partie.

Dans la partie centrale du département, la composition minérale est plus variée qu'en Ardenne et en Champagne; elle consiste en argiles, marnes, calcaires, minerais de fer; les vallées y sont spacieuses, les cours d'eau nombreux, et les molles ondulations du sol sont comme un intermédiaire entre les montagnes du nord et les plaines du sud-ouest. Le minerai de fer a donné naissance à l'une des principales et des plus anciennes industries des Ardennes, la métallurgie du fer. Cependant l'industrie n'occupe que le second plan, et les habitants se livrent surtout aux travaux des champs; aussi on trouve chez eux l'aisance qui est généralement le don des populations agricoles. Nous ferons remarquer que la culture n'est pas aussi bien entendue dans cette partie du département qu'en Champagne, sans doute parce que l'agriculteur, n'ayant pas à lutter contre une nature ingrate, n'utilise pas aussi bien toutes les ressources qui lui sont offertes.

DÉFINITIONS GÉNÉRALES.

6. — Pour que l'on comprenne bien ce qui va suivre sur les différents produits minéraux du département des Ardennes, nous croyons nécessaire de

donner la définition de quelques mots techniques employés en géologie.

Nous avons dit que dans la composition de l'écorce terrestre entraient deux grandes catégories de roches : les roches ignées ou éruptives et les roches sédimentaires. Nous avons même distingué une troisième espèce de roches intermédiaires auxquelles nous avons donné le nom de roches métamorphiques.

Les roches ignées n'affectent aucune forme spéciale; elles sont en masses irrégulières et ont à peu près l'aspect que prend un mélange de substances minérales hétérogènes qui, après avoir été fondues, sont abandonnées à un refroidissement lent. Il n'en est pas de même des roches sédimentaires et des roches métamorphiques; comme elles ont été déposées dans des eaux tranquilles, on conçoit qu'elles doivent constituer des dépôts d'une grande étendue et d'une certaine épaisseur.

On donne à ces dépôts le nom générique de *couches;* leur épaisseur prend souvent le nom de *puissance.*

7. — Mais les couches sont très-rarement horizontales; comme elles ont été soumises à des actions postérieures qui ont produit des affaissements, des soulèvements de montagnes, des mouvements de toutes sortes, elles ont été dérangées de leur position primitive et sont généralement devenues inclinées; quelquefois elles ont été contournées et plissées comme une feuille de papier que l'on froisse entre

les mains. Il est alors essentiel de définir nettement la position de ces couches et d'en représenter l'allure; on se sert pour cela de deux éléments : la *direction* et l'*inclinaison*.

La *direction* est celle d'une ligne horizontale menée sur le plan de la couche. On dira, par exemple, que la direction d'une couche est N. 25° O. — S. 25° E.; cela veut dire que, si on trace une ligne horizontale MN (fig. 1) sur la couche, cette ligne se dirige d'un point situé à 25° du nord, entre le nord et l'ouest, vers un point situé à 25° du sud, entre le sud et l'est.

L'*inclinaison* est l'angle que fait la couche avec l'horizon. A cette indication de l'inclinaison on ajoute souvent, quand on définit une couche, celle du sens dans lequel la couche plonge ou *pend*. Ainsi on dira qu'une couche pend de 40° vers le sud-ouest.

La partie d'une couche qui se montre au jour s'appelle l'*affleurement*. Les couches *a, b, c, d* (fig. 2), affleurent en A, B, C, D, sur la surface du sol.

8. — La superposition de plusieurs couches de nature minérale différente, mais qui présentent un ensemble de caractères géologiques communs, comme par exemple les mêmes fossiles, constitue une *formation;* la réunion de plusieurs formations compose une classe d'un ordre plus élevé qu'on appelle un *terrain* ou un *étage*. Nous avons déjà eu occasion de nous servir de ces expressions qui, du reste, se comprennent assez bien d'elles-mêmes; nous ajouterons que souvent on les confond et qu'on les prend l'une pour l'autre.

Les *lits*, les *feuillets*, les *bancs*, les *veines*, etc., sont des expressions également à peu près synonymes qui désignent les subdivisions des couches. Tout le monde sait, par exemple, que dans une carrière la couche que l'on exploite se divise en bancs ou lits de différentes espèces.

Le plan qui sépare la partie inférieure d'une couche de celle qui est placée au-dessous s'appelle le *mur* de la couche; le plan supérieur est le *toit*. Dans la couche M (fig. 3) *a b* est le mur, *c d* est le toit. Les ouvriers ardoisiers ont des expressions particulières pour désigner ces deux éléments; pour eux, le toit est le *ciel* ou le *sire*, le mur est le *fûtement*.

Ces deux plans, mur et toit, portent le nom commun de *plans de stratification*.

9. — Nous n'avons pas besoin d'insister sur l'importance qu'il y a à donner exactement la direction, l'inclinaison et la puissance d'une couche. On comprend sans peine qu'avec ces données une couche de matières utiles, schiste ardoisier, pierres à bâtir, minerai de fer, etc., est complètement déterminée, et que, si on l'a reconnue sur un point, il sera facile de prédire en quel autre point et à quelle profondeur on pourra la rencontrer. Cela suppose nécessairement que la couche a une allure bien régulière; il n'en est malheureusement pas toujours ainsi; les couches d'ardoises de Fumay, par exemple, sont plusieurs fois repliées sur elles-mêmes, comme le montre la figure 4.

Nous allons maintenant aborder l'étude des principaux produits minéraux du département des Ardennes. Nous commencerons par les ardoises, comme étant les matières utiles dont la formation remonte aux temps les plus reculés.

DE L'ARDOISE.

10. — C'est dans la région naturelle que nous avons appelée l'*Ardenne*, et qui s'étend encore en Belgique et en Prusse jusqu'à Aix-la-Chapelle, que se trouve le schiste ardoisier propre à la fabrication de l'ardoise.

L'Ardenne appartient tout entière aux terrains de transition. On peut la représenter d'une manière générale comme un vaste plateau peu ondulé et s'élevant insensiblement vers le Nord-Est. Le point culminant de la partie française paraît être la Croix-Scaille, à 8 kilomètres nord des Hautes-Rivières, qui est située à 504 mètres au-dessus du niveau de la mer. En Belgique, dans les environs de Spa, l'altitude la plus élevée est de 695 mètres.

Ce massif montagneux est déchiré par des gorges profondes et très-encaissées, de l'aspect le plus pittoresque. Les parois abruptes de ces gorges offrent un contraste frappant avec les formes douces et arrondies des plateaux, caractère qui se retrouve au reste dans beaucoup de régions montagneuses. Ainsi dans les vallées, surtout dans celles de la Meuse et de la Semois, les parois sont généralement escarpées ;

elles ont quelquefois une hauteur de plus de 200 mètres. Tantôt les couches se présentent par leurs tranches, fortement redressées, et sont plus ou moins saillantes, suivant la dureté de la roche qui les constitue; tantôt elles montrent leur face, plate et unie comme un glacis de maçonnerie.

La surface des plateaux est au contraire faiblement accidentée, et, si l'on ne voyait les fractures du massif, on pourrait se croire dans un pays de plaine. En plusieurs endroits les eaux, ne trouvant pas d'écoulement, se réunissent dans les dépressions du sol et donnent lieu à des tourbières ou à des marécages connus sous le nom de *fagnes* ou *fanges*.

11. — La constitution géologique de l'Ardenne a exercé la sagacité de bien des géologues; l'étude en présente de grandes difficultés qui proviennent des bouleversements que le sol a subis et du manque absolu de fossiles dans une partie de la formation. MM. Sauvage et Buvignier divisent le terrain de transition en deux parties : le *terrain ardoisier*, qui s'étend de Charleville jusqu'à Fépin, et le *terrain anthraxifère,* qui commence à Fépin et se prolonge dans le royaume de Belgique; ce dernier terrain forme la base du terrain houiller de Liège et de Charleroi.

Le *terrain ardoisier* montre une succession de schistes et de quartzites des nuances les plus diverses, dont l'inclinaison générale est vers le sud de la boussole. Dans les environs de Fumay la disposition est

moins régulière et les couches plongent dans différentes directions.

Les quartzites, espèces de grès siliceux très-durs, sont gris, blancs, bleus, verts. Les schistes sont verdâtres, bleus, violets, rouges, satinés, etc. : l'ardoise est une des variétés du schiste.

Toutes ces couches ont été fortement plissées et contournées, et plusieurs fois repliées sur elles-mêmes, de telle sorte que les couches anciennes reposent souvent sur des couches relativement plus modernes ; la vallée de la Meuse en offre de très-beaux exemples, entre autres en face du Pied-Selle, à Fumay, et sur la tranchée de la route qui conduit de Fumay à Fépin. Ces ondulations s'expliquent aisément si l'on admet que l'ensemble des couches, encore à l'état mou et élastique, a été soumis à un mouvement violent produit par une éruption de matières ignées.

Les matières ignées ne se montrent dans les Ardennes qu'en un petit nombre de points, et elles ont rarement percé la croûte des terrains sédimentaires. Elles se composent surtout des deux roches que les minéralogistes appellent *diorite* et *porphyre*. La première est vert foncé, très-dure, à texture grenue et fibreuse ; la seconde est une roche de couleur grise ou bleuâtre, avec des taches rosées, qui ne ressemble en rien du reste au beau porphyre rouge antique. On peut les voir dans la tranchée du chemin de fer, presque en face de la forge de Mayrupt, à Rimogne, près de l'étang, etc.

La structure particulière des roches du terrain ardoisier est due à la force même qui les a soulevées. Les matières ignées dont nous venons de parler leur ont fait subir une action métamorphique, et, sous la double influence d'une chaleur et d'une pression considérables, leur nature s'est profondément modifiée, au point de faire douter de leur origine sédimentaire. Des sables se sont changés en quartzites et des argiles en schistes plus ou moins fissiles.

La vie n'avait pas encore pris un grand essor à l'époque de la formation ardoisière. Ce n'est guère que dans la partie supérieure, à Bogny, Joigny, Gernelle, Haulmé, etc., que l'on trouve quelques fossiles.

12. — Parmi les roches qui constituent cette formation, la pierre ardoise est certainement la plus utile et la plus intéressante. Elle se présente en couches d'épaisseur très-variable, qui quelquefois n'ont que 4 à 5 mètres de puissance, et d'autres fois dépassent 50 mètres; mais il est à remarquer que les couches les plus puissantes sont rarement les plus avantageuses pour l'exploitation.

Dans le département des Ardennes, on exploite l'ardoise dans trois centres principaux qui sont, par ordre d'importance : 1° Fumay et Haybes; 2° Rimogne et Harcy; 3° Deville et Monthermé. Dans chacun de ces centres de production, l'ardoise se montre avec des aspects divers qu'il est essentiel de faire connaître.

A Fumay et à Haybes l'ardoise est généralement

d'un bleu violet caractéristique qui ne se retrouve pas dans les autres localités. On y exploite deux couches : la plus importante, celle de Sainte-Anne, a une épaisseur de 6 à 8 mètres, et elle se divise en six veines superposées et séparées l'une de l'autre par des petits lits de quartzite ou d'argile. Cette couche est inclinée vers le sud magnétique (les ouvriers disent : vers le soleil de onze heures); mais elle ne plonge pas régulièrement, car elle se relève plusieurs fois de manière à former les plis dont nous avons déjà parlé. Dans quelques-uns de ces plis sont ouvertes des ardoisières distinctes.

La seconde couche exploitée à Fumay est d'une épaisseur de 18 mètres environ; elle ne paraît pas donner des résultats aussi avantageux que la première. Cette couche est sans doute affectée par les mêmes plissements que celle de Sainte-Anne; mais, comme elle a été moins fouillée, l'allure en est moins bien connue. Elle plonge comme celle-ci d'environ 28° vers le soleil de onze heures.

Dans les autres localités, le schiste ardoisier est plus régulier qu'à Fumay et à Haybes, et il ne paraît pas avoir été soumis à des ondulations aussi nombreuses. L'inclinaison des couches est plus considérable; elle est en moyenne de 40° et atteint quelquefois 45°.

Le schiste ardoisier y est de deux espèces principales : le schiste gris-bleu, à grain très-fin, exploité surtout à Rimogne, et le schiste grenu. Ce dernier, qui est le plus connu, est tantôt verdâtre et tantôt

d'un gris-clair avec reflet bleu ; il présente cette particularité très-remarquable, qu'il est criblé d'une infinité de petits grains d'oxyde de fer.

Quand on examine attentivement ces grains, on reconnait qu'ils ont une forme géométrique très-régulière ; ce sont des solides à huit faces, ou *octaèdres*. La fig. 5 en montre la forme amplifiée ; ils sont allongés, comme on le voit, suivant l'axe *aa'* que l'on appelle le *grand axe*.

L'oxyde de fer qui constitue les octaèdres agit sur l'aiguille aimantée ; aussi on lui donne le nom d'*oxyde de fer magnétique*, ou, par abréviation, de *fer magnétique*. Ces octaèdres ne sont pas disséminés au hasard dans le schiste ardoisier : ils sont disposés de telle sorte que leurs grands axes sont tous dans une même direction, qui est celle que prend l'aiguille aimantée quand on l'abandonne à elle-même.

Le schiste grenu et le schiste bleu se rencontrent toujours ensemble dans la même couche, où ils forment des veines alternatives. Dans le schiste grenu, les ouvriers distinguent encore diverses variétés ; ainsi pour eux il y a le schiste *fin grenu*, le schiste *moyen grenu*, et le schiste *gros grenu*, suivant la grosseur des grains qui dans le premier ne s'aperçoivent nettement qu'avec l'aide d'une loupe, tandis que dans le dernier ils ont la grosseur d'une grosse tête d'épingle.

13. — Le schiste ardoisier doit ses applications à sa remarquable fissilité ; il peut se fendre en feuillets aussi minces qu'on le désire. Nous ferons remarquer

que le plan du feuillet n'est pas le même que celui de la stratification; ainsi les différentes veines *a, b, c, d,* d'une même couche d'ardoise, étant superposées comme l'indique la fig. 6, le feuillet est dirigé suivant une ligne *mn;* en sorte que, s'il était possible d'enlever une lame d'ardoise dans toute l'épaisseur de la couche, on verrait sur cette lame une série de bandes parallèles représentant les différentes veines.

Outre le plan du feuillet, il existe un autre plan suivant lequel le schiste ardoisier se coupe plus facilement que suivant tout autre. Il est à peu près perpendiculaire à la couche, et il ne coïncide pas tout-à-fait avec l'inclinaison. Dans le schiste grenu, il est parallèle à la direction des grands axes des octaèdres; c'est sans doute à cause de cette circonstance qu'on l'appelle le *longrain*.

14. — Les couches d'ardoise sont traversées par des fentes naturelles, nommées *accidents* ou *avantages*, et qui, quand elles ne sont pas très-nombreuses, facilitent l'enlèvement de la pierre. Quand au contraire elles sont trop rapprochées, elles découpent tellement le schiste que celui-ci n'est plus propre à la fabrication de l'ardoise. Elles sont aussi une source de dangers, car elles sont cause que des blocs se détachent inopinément et écrasent des ouvriers dans leur chute; aussi le travail dans les chantiers souterrains nécessite-t-il une surveillance attentive.

Les ouvriers donnent à ces accidents des noms qui varient suivant les localités, et même suivant les ar-

doisières dans la même localité; ce sont les *travers*, les *couteaux*, les *layes*, les *layerons*, les *longraines*, etc.

15. — Le schiste ardoisier étant très-incliné et recouvert d'une masse énorme de roches que l'on ne peut songer à enlever pour mettre à découvert la matière utile, il en résulte que les exploitations se font par travaux souterrains. Le mode le plus rationnel, et c'est celui qui est suivi partout, consiste à attaquer le gisement par une galerie inclinée suivant la couche et destinée à l'extraction des produits. On admet généralement que, jusqu'à une profondeur de 30 mètres, le schiste est trop altéré par les agents atmosphériques pour servir à la fabrication de l'ardoise; on ne commence donc à exploiter qu'en dessous, et, de chaque côté de la galerie, on dispose des chantiers dans lesquels on abat la pierre.

16. — Quand on veut établir un chantier, on commence par enlever une épaisseur d'environ 0^m 90 de schiste sur toute l'étendue que doit avoir le chantier. Cette opération, qui s'appelle le *crabotage*, est très-pénible, car elle oblige l'ouvrier à travailler à demi-couché; elle se fait tantôt au pic, tantôt à la poudre. On la pratique généralement sur le fûtement de la couche et on cherche, autant que possible, à n'enlever que du schiste de mauvaise qualité ou que l'on ne pourrait utiliser.

Dans cette chambre vaste et peu élevée que donne

le crabotage, on procède à l'abatage de la pierre. Il s'agit de faire tomber du toit, sur une certaine épaisseur chaque fois, des massifs rectangulaires dont les faces sont perpendiculaires à la couche. Dans ce but on pratique dans le toit, à l'aide du pic, des entailles de section triangulaire qui circonscrivent le bloc à abattre, et l'on a soin de ménager quelques parties intactes, ou *boutisses,* afin d'empêcher ce bloc de tomber inopinément. Il suffit souvent d'enlever les boutisses pour que la pierre se détache d'elle-même par son propre poids et tombe à terre. Quelquefois on est obligé de donner dans le toit quelques coups de mine pour faciliter la chute. Ces blocs sont souvent de dimensions considérables; nous en avons vu un qui avait 15 mètres de longueur sur 30 mètres de largeur et 1^m 50 d'épaisseur. Après la chute, la pierre est débitée en morceaux d'un transport commode.

On continue ainsi à faire tomber le schiste ardoisier en s'élevant sur les remblais provenant de l'abatage, jusqu'à ce que l'on arrive à une partie inexploitable de la veine ou à la roche du toit.

Le mode d'abatage que nous venons de décrire succinctement est celui qui est le plus fréquemment suivi. Autrefois, à Rimogne, on en suivait un autre, qui consistait à pratiquer le crabotage dans la partie supérieure de la couche, et à enlever successivement le schiste en s'abaissant. Cette méthode donnait lieu à d'immenses excavations, dangereuses au point de vue de la sécurité des ouvriers; aussi elle est à peu près abandonnée et on ne l'applique plus que dans

des cas exceptionnels. On l'appelle *méthode d'exploitation en abaissant*, tandis que la précédente porte le nom de *méthode d'exploitation en rehaussant*.

Quand on trouve des fentes naturelles convenablement disposées, on les utilise pour l'abatage, et on se dispense ainsi du coupage de la pierre, ce qui constitue une économie notable.

17. — Pour soutenir le toit de la couche pendant le travail, on ménage des piliers de distance en distance. Généralement ces piliers sont de longs murs inclinés, perpendiculaires à la couche, qui ont une épaisseur de 3 à 4 mètres et qui s'étendent suivant la direction entre les chantiers.

Les chantiers ont de 15 à 16 mètres de longueur dans le sens de l'inclinaison ; en direction ils s'étendent indéfiniment et ne s'arrêtent que quand ils tombent sur une partie inexploitable de la couche. Ils partent tous de la galerie d'extraction à laquelle ils versent leurs produits.

Ce mode d'arrangement des chantiers et des piliers est celui dont on doit se rapprocher le plus possible ; mais des circonstances de diverses natures s'opposent souvent à ce que la disposition soit aussi régulière.

Ainsi, quand on rencontre du *mauvais* dans la couche, on le laisse en piliers, et ce mauvais oblige souvent à modifier la direction de l'ouvrage. A Deville, où le toit n'est pas très-solide, on ne peut laisser aux ouvrages une grande dimension, et on est forcé

de remblayer, au fur et à mesure que l'on s'avance, depuis le mur jusqu'au toit.

Dans plusieurs ardoisières on ne se contente pas toujours des piliers longitudinaux et l'on en ménage d'autres suivant l'inclinaison quand la sécurité de l'installation l'exige.

18. — Les morceaux d'ardoises débités dans les chantiers sont transportés jusqu'à la galerie inclinée. Là ils sont chargés sur de petits wagons qui roulent sur un chemin de fer établi dans la galerie, et ces wagons sont remorqués et amenés au jour par un câble qui s'enroule sur un treuil mis en mouvement par une machine. Autrefois le transport des blocs d'ardoise se faisait entièrement à dos d'homme; maintenant ce travail pénible est abandonné dans presque toutes les ardoisières et l'on a installé des machines à vapeur pour l'extraction des produits.

19. — Pour assurer la bonne installation d'une ardoisière, il est nécessaire de veiller à deux choses essentielles : l'épuisement des eaux et l'aérage. De grandes améliorations ont été réalisées dans ces derniers temps pour ce service qui laissait autrefois beaucoup à désirer.

Les eaux se rendent dans les ouvrages par les fissures des terrains, par les anciens travaux et même par les orifices de l'exploitation, et, si l'on n'y mettait bon ordre, elles finiraient par remplir toute l'ardoisière. Les piliers longitudinaux ou *naies* retiennent

déjà une partie de ces eaux aux différents niveaux et les empêchent de s'écouler plus bas. Pour les extraire, on se sert de pompes d'épuisement mues par une machine et dont les tuyaux sont placés dans la galerie inclinée. On a souvent à enlever des quantités énormes d'eau; ainsi à l'ardoisière des Français, à Fumay, on fait sortir jusqu'à 600 litres par minute.

L'aérage est une condition de première nécessité, car la respiration des ouvriers, la combustion des lumières et le tirage des coups de mine ne tarderaient pas à vicier l'air. Pour le renouveler, il suffit que la carrière soit munie de deux ouvertures à des niveaux différents ; il se produit alors un tirage naturel, et l'air pur entre par une ouverture, tandis que l'air vicié sort par l'autre. Quand ce tirage naturel ne se produit pas assez énergiquement, on installe dans l'ardoisière un foyer qui détermine un appel d'air.

20. — Les ouvriers ne pénètrent jamais dans les travaux par les wagons qui roulent sur la galerie inclinée, car, si le câble se rompait, il en résulterait de terribles accidents. Ils descendent à l'aide d'échelles ou d'escaliers. A Fumay, on établit généralement des escaliers que l'on taille dans le schiste ou que l'on ménage au travers des remblais; à Rimogne, où les couches sont plus inclinées, on se sert d'échelles.

21. — La pierre ardoise étant amenée au jour, il s'agit de la transformer en ardoises. Dans ce but, elle est livrée à des ouvriers spéciaux appelés *fendeurs*

ou *ouvriers du jour* qui, à l'aide d'un long ciseau qu'ils passent entre les joints, la divisent en feuillets d'une épaisseur déterminée. Ces feuillets sont divisés en un certain nombre de morceaux dont les dimensions sont fixées par la grandeur de l'échantillon que l'on veut obtenir, et qui sont taillés ou coupés suivant un modèle.

Au lieu de tailler les ardoises à la main, on se sert, depuis plusieurs années, d'une machine fort simple qui se compose de couteaux verticaux disposés suivant la forme de l'échantillon. Le feuillet est placé en-dessous de ces couteaux, et, par un mouvement donné avec le pied ou avec la main, on coupe l'ardoise d'un seul coup et comme avec un emporte-pièce. Un enfant peut ainsi faire jusqu'à 800 ardoises par heure.

On distingue un grand nombre d'échantillons d'ardoises; voici quels sont les principaux :

La *Saint-Louis :*	0m 30	de longueur sur	0m 19	de largeur.
La *Flamande :*	0 27	—	0 17	—
La *Démêlée :*	0 30	—	0 17	—
La *Commune :*	0 28	—	0 14	—

L'épaisseur est d'autant plus forte que l'échantillon est de plus grande dimension; elle dépend aussi de la qualité du schiste. On admet assez généralement une épaisseur d'une ligne, soit de 2, 3 millimètres.

22. — L'ardoise forme une des couvertures les plus durables; comme elle est plus légère que la tuile, elle offre aussi l'avantage d'exiger des charpentes de moins forte dimension.

L'inclinaison des toits recouverts en ardoises varie de 35° à 45°; dans les pays où il pleut et où il neige beaucoup, comme dans le Nord de la France, on doit donner aux toits une pente assez considérable; dans le Midi la pente est bien plus faible.

Les ardoises se recouvrent des deux tiers environ de leur longueur ; la partie vue, que l'on appelle le *pureau,* n'est donc que d'un tiers. Elles se posent sur des planches en bois blanc, de 11 millimètres d'épaisseur, non jointives et disposées de manière que toutes leurs faces supérieures soient exactement dans le même plan ; on les fixe à l'aide de clous en fer. Il faut en moyenne 75 ardoises flamandes, type le plus répandu dans nos pays, pour couvrir un mètre carré de toiture.

23. L'exploitation de l'ardoise dans le département des Ardennes remonte à une époque reculée. Dans une charte de l'an 1222, il est question des ardoisières ou *escaillères* de Fumay et de la redevance qu'elles doivent payer au seigneur haut justicier. On connaît également des titres de la même époque qui se rapportent à Rimogne.

Cette industrie est une des plus importantes du département, et, depuis une dizaine d'années surtout, elle a pris un grand développement. Par suite de la création du chemin de fer les ardoises ardennaises ont trouvé des débouchés plus faciles, leur qualité, réellement supérieure, a été mieux appréciée, et Paris lui-même, qui pendant longtemps ne voulait employer

que des ardoises d'Angers, commence à s'en servir. C'est principalement dans le Nord de la France et en Belgique qu'elles s'écoulent.

Le centre le plus actif d'exploitation est à Fumay et à Haybes; il y a six ardoisières principales, qui sont : Sainte-Anne, Liémery, Belle-Rose, Les Français, Saint-Gilbert et la Renaissance, et qui fabriquent annuellement 100 millions d'ardoises de tout échantillon.

Vient ensuite le groupe de Rimogne et Harcy, où on livre au commerce 58 millions d'ardoises provenant de 5 ardoisières : La Grande-Fosse, Saint-Quentin, Pierka, la Richolle et la Fosse-au-Bois.

Enfin le groupe de Deville et de Monthermé est le moins important. Les principales ardoisières sont celles de Saint-Barnabé, La Carbonnière et l'Échina, et le chiffre de la fabrication atteint à peine 17 millions.

En résumé, on produit chaque année, dans le département des Ardennes, 175 millions d'ardoises de tout échantillon, qui représentent une valeur de 3,600,000 fr. Avec toutes ces ardoises on pourrait couvrir une superficie de plus de 350 hectares.

24. — Le nombre des ouvriers occupés au travail de l'ardoise est de 2,400. Ils se partagent en deux sections à peu près égales : les ouvriers du fond, qui travaillent dans les chantiers souterrains, et les ouvriers du jour, qui sont employés dans des ateliers à la fente et à la taille du schiste ardoisier. Il y a en

outre environ 1,000 enfants qui transportent des déblais ou qui aident les ouvriers fendeurs, et quelques femmes qui font manœuvrer des pompes à bras dans le fond des travaux. Les ouvriers gagnent en moyenne 3 à 4 fr. par jour.

Le mode de paiement des ouvriers n'est pas le même dans toutes les localités. A Rimogne et à Deville, les directeurs d'ardoisières traitent avec des brigades d'ouvriers qui s'engagent à leur livrer le mille d'ardoises à raison d'un prix fixé à l'avance et qui varie entre 8 et 15 fr., suivant les dimensions des échantillons et la nature du schiste; l'administration ne prend à sa charge que les frais résultant de l'installation générale de la carrière, comme le percement des galeries, l'aérage, l'épuisement des eaux, etc.

A Fumay, les ouvriers du fond sont en régie; ils reçoivent un salaire qui, pour les ouvriers de première classe, est de 23 fr. par semaine de travail; la semaine est seulement de 40 heures de travail effectif. Les ouvriers du jour sont payés à la pièce; on leur donne 3 fr. 80 par mille d'ardoises flamandes; ce chiffre est augmenté ou diminué proportionnellement pour les autres échantillons.

Le percement des galeries est toujours payé au mètre courant. Pour des galeries de 1^m 90 de largeur sur 1^m 80 de hauteur, on donne 200 fr. par mètre dans du schiste de dureté moyenne. Dans le quartzite dur on paie jusqu'à 540 fr. le mètre.

25. — Une question très-débattue est celle de

savoir quelle est la valeur des ardoises ardennaises, comparées à celles des autres lieux de production, et en particulier d'Angers. On ne peut nier que ces dernières n'aient un grain plus fin, quelque chose de doux et de soyeux qui plaît à l'œil; mais, sous le rapport de la durée, elles sont de beaucoup inférieures aux ardoises des Ardennes. Il est en effet bien prouvé que celles-ci peuvent résister 90 ans aux causes de destruction, tandis que les ardoises d'Angers n'ont pas plus de 25 ans de durée.

L'un des reproches que l'on adresse le plus fréquemment aux ardoises de Fumay et de Rimogne est qu'on ne peut les percer aussi facilement que celles d'Angers, et que dans cette opération on en casse toujours un certain nombre. Ce reproche n'est pas sérieux, et en tout cas il fait l'éloge de la dureté des ardoises ardennaises. Il est possible que des ouvriers habitués à mettre en usage des produits moins durs ne parviennent pas à les percer sans casse, mais ce n'est que manque d'habitude, car les couvreurs du département, qui n'emploient que des ardoises des Ardennes, réussissent parfaitement à les trouer.

DES PIERRES A BATIR ET DES PIERRES DE ROUTE.

26. — Les pierres sont les meilleurs matériaux de construction; leur finesse de grain, leur homogénéité, leur adhérence au mortier, leur inaltérabilité et surtout la résistance qu'elles opposent à la rupture,

permettent de les employer presque à l'exclusion des autres matériaux.

Ce sont des substances minérales, solides, incombustibles, plus denses que l'eau, et formées d'oxydes terreux ou alcalino-terreux, unis tantôt à l'acide carbonique, tantôt à la silice. Elles se présentent généralement dans l'intérieur de la terre, en bancs superposés, dont les plans de séparation sont appelés *lits de carrière*. Les pierres ne sont pas en tous sens également résistantes; c'est normalement au plan de la couche qu'elles supportent à égale épaisseur la plus forte charge, et il importe dans les constructions de placer ce plan horizontalement et non *en délit*.

Il est certaines pierres que l'action de l'air et de l'humidité détériore; ainsi les pierres argileuses se laissent ramollir par l'eau. D'autres pierres, sous l'action répétée des gelées, se fendent ou laissent tomber des éclats de leur surface; cet effet fâcheux est dû à ce que la pierre absorbe facilement de l'eau, qui se loge dans les petites cavités dont la masse est criblée, et se gonfle par suite de la congélation. Ces pierres, dites *gélives*, ne peuvent être employées que dans les fondations ou à l'abri de l'air.

Quelques pierres gélives, au sortir de la carrière, s'améliorent par une simple exposition à l'air. Elles laissent alors évaporer leur *eau de carrière* qui, dans l'opinion de quelques géologues, contiendrait en dissolution certaines matières qui se déposent dans les pores de la pierre et les bouchent. Cette opinion peut aussi, à la rigueur, rendre compte des phénomènes

d'accroissement de solidité des pierres après leur mise en œuvre.

Les pierres ont encore d'autres défauts. Elles sont *moyées*, lorsque leur texture n'est pas uniforme et qu'on y trouve des fils ou trous remplis de matières terreuses; *moulinées*, quand elles sont granuleuses et qu'elles s'égrènent à l'humidité; *ferrées*, quand on observe des bandes ou zônes dures dans la hauteur du banc, etc.

27. — Sous le rapport de leurs dimensions et de leurs tailles, elles sont nommées *pierres de taille*, *blocs* ou *libages*, selon qu'elles sont taillées, non taillées ou dressées sur leurs lits; les pierres de petites dimensions, ou *moellons*, sont *piquées*, *smillées* ou *brutes*, suivant qu'elles sont taillées, équarries ou non travaillées. Enfin on appelle *blocailles* les éclats ou menus moellons qui ne sont employés que pour remplir les vides dans un ouvrage de maçonnerie.

Les pierres dont on fait le plus fréquent usage dans la construction sont les calcaires qui, ainsi que leur nom l'indique, sont essentiellement formés de carbonate de chaux, quelquefois pur, le plus souvent mêlé à de la silice, de l'argile, de l'oxyde de fer, etc. On se sert aussi, dans le département, de pierres schisteuses ou de grès pour les habitations grossières de l'Ardenne.

En outre des matériaux de construction offerts par la nature, il y a des matériaux artificiels, comme les briques, dont nous nous occuperons plus loin.

28. — Les matériaux de construction ne sont pas rares dans le département des Ardennes, et, si l'on excepte les pays crayeux, il y a peu de contrées où l'on n'en trouve en abondance. Aussi il existe dans beaucoup de localités un grand nombre de petites carrières; mais la plupart n'ont qu'un intérêt local et ne fournissent que des produits médiocres, bons seulement pour les constructions particulières. Nous ne nous occuperons que des carrières de quelque importance.

29. — Le département ne fournit pas, à proprement parler, de très-belles pierres de taille. Celles qui présentent le moins de défauts sont exploitées à Bulson, au lieu dit *le Fond-d'Enfer ;* on les emploie dans les travaux publics. La carrière est ouverte dans un calcaire oolithique jaune pâle ou gris blanchâtre, qui appartient à la partie inférieure du terrain jurassique. La pierre de meilleure qualité vaut environ 25 fr. le mètre cube sur place. Elle a besoin d'être choisie avec un grand soin, car tous les bancs ne sont pas également durs, et on y rencontre souvent des délits.

A Connage et à Haraucourt on exploite également de la pierre de taille appartenant au même étage ; elle est oolithique, jaunâtre, coquillière. Cette pierre est de qualité médiocre et assez gélive ; il est impossible de se procurer un certain nombre de morceaux ayant une hauteur d'assise de plus de 0^m 35 sans délits. Ces carrières donnent des moellons qui sont d'excellente

qualité quand on les extrait en bonne saison et qu'on opère un triage; le prix de vente des moellons, grossièrement débrutis, est de 8 fr. le mètre cube sur place.

A Dom-le-Ménil et dans les environs il y a des exploitations importantes de pierre oolithique jaune, généralement gélive, très-tendre, mais se durcissant un peu à l'air. Elle est d'un grand usage à cause de la facilité avec laquelle elle se laisse tailler. A Dom-le-Ménil seul, 14 carrières environ sont ouvertes et occupent 45 ouvriers qui produisent 2,800 mètres cubes de pierre de taille à 8 fr., et en outre des moellons et de la blocaille. C'est avec cette pierre que sont construites une partie des maisons de Sedan et de Charleville.

30. — Dans les communes de St-Laurent, d'Illy, de Daigny, etc., on exploite très-activement un calcaire assez dur, qui forme une des assises du *lias*, partie tout-à-fait inférieure du terrain jurassique. On en fait des moellons, des pavés, des dalles, des auges, des bordures de trottoirs, etc.

Ce calcaire, situé presque immédiatement au-dessus du calcaire hydraulique que l'on exploite à Charleville et dont nous parlerons plus tard, est grisâtre ou gris-bleuâtre; il est en bancs dont l'épaisseur varie de 25 à 60 centimètres et qui sont séparés par des lits de sable et quelquefois de marne noire. On a remarqué qu'en général les bancs les plus minces sont

les meilleurs. Tous ces matériaux sont plus ou moins gélifs.

C'est surtout à Saint-Laurent, près de Mézières, que l'exploitation de cette pierre est développée. Dans cette commune il y a, sur le bord de la Meuse, une vingtaine de carrières occupant 80 ouvriers qui gagnent 3 fr. par jour en moyenne. On extrait annuellement 880 mètres cubes de pierre pour auges, dalles, pavés, etc., d'une valeur de 75 à 100 fr. le mètre cube, et 3,850 mètres cubes de moellons bruts, à 1 fr. 50. L'exportation tend à prendre chaque jour une plus grande importance; les dalles et pavés sont employés par les villes de Reims, Épernay, Châlons, etc.; les moellons servent surtout aux constructions de Mézières et de Charleville.

31. — A Authe, Buzancy, Barricourt, on trouve une assez belle pierre de taille qui fait partie de l'étage supérieur du terrain jurassique; elle est oolithique et d'une teinte jaune et résiste très-bien. Malheureusement les carrières sont trop éloignées des grandes voies de communication. Le mètre cube vaut de 10 à 12 fr.

32. — Le massif de l'Ardenne fournit, en outre du schiste ardoisier, des quartzites ou grès d'une grande dureté, très-compactes et parfaitement homogènes. Ils sont trop difficiles à tailler pour être employés comme pierres de taille, mais on en fait d'excellents moellons. Les plus compactes se trouvent dans

les environs de Château-Regnault et ce sont eux qui forment ces crêtes ou pics élevés qui dominent la Meuse et donnent au pays un aspect si pittoresque. Près de Fumay et de Revin il y a des carrières de grès jaunâtre, bleuâtre ou verdâtre que l'on transforme en moellons ou en dalles. A Braux, à Joigny, à Nouzon, et dans une foule d'autres localités que nous ne pouvons toutes citer, existent aussi des carrières de quartzites estimés.

A Montigny-sur-Meuse, à Vireux et à Chooz, on trouve des bancs de grès blanc ou bleu qui sont particulièrement propres à la fabrication des pavés. On peut évaluer la production totale des carrières ouvertes dans ces grès à environ 800,000 pavés qui valent 60,000 fr. Ces pavés sont très-appréciés à cause de leur grande dureté et on les emploie même à Paris; on leur reproche seulement de se polir à la longue et de devenir dangereux pour la circulation.

33. — Les quartzites du terrain ardoisier conviennent très-bien pour l'empierrement des routes ; aussi on les applique à cet usage non-seulement dans les Ardennes, mais encore dans les départements voisins. Ils s'agrègent assez bien, ne se désagrègent pas trop par la sécheresse et fournissent des chaussées excellentes sur un bon sol avec une épaisseur moyenne de 0^m 12. Employés dans les endroits où la circulation est active, comme dans les traversées de villes importantes, ils donnent un peu de boue et ne présentent pas une résistance illimitée au roulage.

Les qualités de résistance sur les routes se trouvent aussi dans quelques autres matériaux du département, par exemple dans les cailloux connus sous le nom de *cailloux de Stonne,* qui sont composés de quartz presque pur. Autrefois on les ramassait dans les champs ; mais aujourd'hui, comme ils sont devenus assez rares, il faut sonder avec une barre de fer pour les découvrir. Ils ne donnent ni boue ni poussière ; seulement une sécheresse trop prolongée les désagrège.

Nous citerons encore, au nombre des meilleurs matériaux employés pour l'empierrement des routes, le calcaire bleu dur dit *caillou de Verpel,* que l'on exploite aussi à Barricourt, Charbogne, Écordal, etc.

DES MARBRES.

34. — Le marbre n'est pas autre chose qu'un calcaire à grain fin, très-dur et susceptible de poli. Il fait généralement partie des terrains de transition ; aussi on le rencontre dans une partie de l'Ardenne.

Vers 1820 on a exploité comme marbre à Montcy une masse calcaire de 8 à 9 mètres d'épaisseur, intercalée au milieu de couches schisteuses, mais on n'a pas tardé à l'abandonner, sans doute parce que ce calcaire est très-fendillé et fissuré.

Les seules carrières de marbre actuellement en exploitation dans le département des Ardennes sont placées dans les environs de Givet. L'une d'elles, ouverte sous les fortifications mêmes de Charlemont,

produit le marbre dit *Charlemagne,* qui est à fond noir parsemé de petites veines et de petits coquillages d'un blanc pur. C'est une espèce de marbre lumachelle (1).

La carrière de Rancennes donne deux espèces de marbres : un marbre lumachelle à fond gris bleu mélangé de blanc et un autre marbre lumachelle à fond presque noir mélangé de gris pâle et de blanc.

Dans la carrière de Fromelennes on exploite un marbre à fond rouge plus ou moins foncé et parsemé assez régulièrement de taches blanches, grises ou bleuâtres, qui forment trois genres différents connus dans le commerce sous les noms de *Griotte*, *Ripelle* et *Malplaquet*. Cette dernière carrière est la plus importante.

35. — Le mode d'exploitation consiste à creuser de profondes entailles autour du bloc que l'on veut obtenir, puis à enfoncer dans ces entailles de fortes chevilles de bois à l'aide de grands coups de maillet. Le bloc ne tarde pas à se détacher du reste de la masse. Quelquefois cependant on est obligé de se servir de la poudre; mais il faut l'éviter autant que possible, car l'explosion peut faire éclater d'assez gros fragments ou au moins altérer la régularité de la pierre.

Les blocs de marbre sont enlevés avec des crics et

(1) *Lumachelle,* de l'italien *lumacella,* limaçon; ce marbre est ainsi nommé parce qu'il contient des débris de coquillages.

des rouleaux, et, après avoir été grossièrement dressés sur leurs faces de manière à prendre à peu près la forme d'un parallélipipède, ils sont envoyés à la scierie de Givet.

Les blocs de dimensions ordinaires ont 1^{m} 50 à 3 mètres de longueur; ils sont cotés à Givet 160 à 200 fr. le mètre cube, et à Paris 245 à 285 fr. La carrière de Fromelennes en produit de plus grandes dimensions, qui peuvent avoir jusqu'à 6 mètres de longueur, pour les grands travaux d'architecture.

36. — A l'usine de Givet, le marbre est débité en tranches minces par un chassis garni de plusieurs lames de scie, qui reçoit un mouvement de va-et-vient d'une machine à vapeur ou d'une machine hydraulique; on ajoute du sable siliceux très-dur, humecté d'eau, afin de faciliter le sciage. A cause de la dureté de la pierre, ce travail marche très-lentement; il faut souvent plus de quinze jours pour débiter un bloc.

Les plaques de marbre sont taillées et sculptées, puis on les polit en les frottant avec du grès humecté d'eau, avec de l'émeri et finalement avec du plomb réduit en petits fragments. Quand on ne veut pas polir complètement les plaques, mais simplement en égaliser et en adoucir la surface, comme par exemple lorsqu'elles doivent être débitées en petits carreaux de pavage, on se contente de les frotter l'une contre l'autre avec interposition de grès en poudre.

Il existe souvent sur les plaques de marbre des défauts naturels, tels que cavités, filets creux, etc., qui

nuisent beaucoup à l'effet produit. Pour les dissimuler, on se sert de mastic de couleur assortie à celle du marbre; un ouvrier commence par réchauffer avec un fer rouge la place défectueuse; puis, en faisant fondre légèrement son mastic, il bouche les creux.

La marbrerie de Givet, fondée en 1852, a maintenant une notable importance; elle occupe 70 ouvriers tant aux ateliers qu'aux carrières. En outre des marbres fournis par les environs immédiats de la ville, on y travaille aussi des marbres de Belgique et de quelques autres pays; les produits livrés au commerce sont principalement des cheminées.

37. — La pierre calcaire connue sous le nom de *pierre de Givet* est un marbre très-commun susceptible de recevoir quelque poli. Elle est compacte, rarement grenue, à cassure unie et d'une teinte gris foncé; quand on la brise, elle laisse dégager une odeur très-désagréable.

Cette pierre se trouve en couches épaisses très-inclinées dans les montagnes qui entourent Givet et, entre autres, dans celle sur laquelle est établie la forteresse de Charlemont. Elle donne lieu à une exploitation très-active qui occupe plus de 100 ouvriers; le mètre cube ébauché vaut environ 20 fr. Elle fournit de beaux matériaux de construction qui malheureusement sont assez gélifs; on s'en sert aussi pour faire des dalles, des bacs, des éviers, etc. Les débris sont utilisés pour la fabrication de la chaux.

DE LA CHAUX.

38. — La chaux ne se rencontre jamais à l'état libre dans la nature. Elle est le plus souvent combinée avec l'acide carbonique, et forme un corps que les chimistes appellent *carbonate de chaux* et qui est le principal composant des pierres calcaires.

Le calcaire à peu près pur, ou accompagné d'une très-faible proportion d'argile, recouvre toute la région S.-O. du département qui se rattache à la Champagne et qui comprend presque tout l'arrondissement de Rethel et une partie de celui de Vouziers. La limite en est très-nettement marquée par une ligne de collines connues sous le nom de *monts de Champagne* ou *monts de craie*.

Le sol schisteux et argileux de la partie septentrionale des Ardennes au-delà de Charleville est entièrement privé de calcaire, si ce n'est dans les environs de Givet où l'on en trouve plusieurs bancs.

Dans la région centrale qui sépare ces deux contrées, les couches de calcaire abondent et elles alternent avec des marnes, des argiles, des sables, des minerais de fer. Le carbonate de chaux y est rarement pur; il est presque toujours mêlé, en plus ou moins fortes proportions, de matières étrangères qui lui communiquent des propriétés diverses.

39. — La chaux, qui est d'un si grand usage dans l'agriculture, dans l'industrie et dans l'art de la con-

struction, s'extrait toujours du calcaire. Il suffit de soumettre ce dernier à une température suffisamment élevée pour chasser l'acide carbonique et mettre la chaux en liberté.

Cette opération, qui porte le nom de *calcination,* se fait dans des espèces de hauts-fourneaux où l'on introduit alternativement du combustible et des pierres à chaux. La cuisson peut être *intermittente* ou *continue :* dans le premier cas on défourne la chaux produite après chaque opération; dans le second on continue indéfiniment la calcination, en retirant la chaux, à mesure qu'elle est cuite, par la partie inférieure et introduisant de nouvelles charges par l'orifice supérieur. Cette dernière méthode est la plus économique, parce que c'est celle qui utilise le mieux la chaleur; cependant c'est la moins suivie; on l'emploie notamment à Warcq.

L'acide carbonique est chassé à la température du rouge sombre. On a remarqué que la cuisson de la chaux est singulièrement facilitée par la présence de la vapeur d'eau; aussi les chaufourniers aiment mieux employer la pierre encore imprégnée de son eau de carrière que celle qui a subi une certaine dessiccation par son exposition à l'air.

Quelquefois une partie du calcaire n'a pas été suffisamment chauffée et retient de l'acide carbonique; il faut séparer avec soin les morceaux de cette nature que l'on appelle des *incuits.*

Le combustible que l'on emploie le plus fréquem-

ment est la houille; quelquefois on se sert de bois. Dans certains cas on utilise des flammes perdues; ainsi, dans l'usine métallurgique d'Apremont, deux fours à chaux sont chauffés par les gaz sortant du haut-fourneau. On consomme généralement de 1,20 à 2 hectolitres de houille par mètre cube de calcaire.

Il existe dans le département des Ardennes environ 70 fours à chaux.

40. — La chaux pure est blanche, caustique, complètement infusible aux températures les plus élevées. Elle a la propriété de se combiner avec l'eau en dégageant beaucoup de chaleur et faisant entendre le même bruit qu'un fer rouge trempé dans l'eau; on dit alors qu'elle *fuse*. L'opération par laquelle on fait entrer la chaux en combinaison avec l'eau s'appelle *extinction de la chaux*, et la matière ainsi obtenue est appelée *chaux éteinte*, par opposition au nom de *chaux vive* qui est donné à la chaux pure. A l'air la chaux ne tarde pas à attirer l'eau et l'acide carbonique de l'atmosphère; elle se *délite*, c'est-à-dire qu'elle tombe en poussière et qu'elle ne s'échauffe plus quand on la mêle avec l'eau.

41. — Comme nous l'avons déjà dit, les pierres à chaux renferment des matières étrangères, telles que argile, sable, oxyde de fer, magnésie, dont la nature et les proportions influent notablement sur les propriétés de la chaux obtenue. Sous ce rapport on dis-

tingue la *chaux grasse,* la *chaux maigre* et la *chaux hydraulique.*

La *chaux grasse* est une chaux presque pure, obtenue à l'aide de pierres ne renfermant presque pas de matières étrangères. Les calcaires des environs de Givet, la craie, quelques calcaires des terrains jurassiques comme ceux que l'on trouve à Guignicourt, au Chesne, etc., donnent par calcination de la chaux grasse.

Cette chaux *foisonne* (1) beaucoup avec l'eau et forme une pâte liante et douce au toucher.

Quand le calcaire soumis à la cuisson renferme des proportions notables de matières étrangères, il fournit de la *chaux maigre.* Elle développe peu de chaleur quand on la met en contact avec l'eau, foisonne moins que la chaux grasse et ne donne pas une pâte liante. Il y a dans le département un grand nombre de calcaires sableux et terreux avec lesquels on peut la fabriquer.

La *chaux hydraulique* n'est autre chose que de la chaux maigre jouissant de la propriété remarquable de faire prise sous l'eau après un temps plus ou moins long. Mais, pour que cette propriété soit acquise, certaines conditions sont nécessaires : la matière étrangère que contient la chaux doit être de l'argile ou de la silice divisée, et la proportion doit s'élever au moins à 10 ou 15 p. 0/0 du poids du calcaire.

Les calcaires propres à la fabrication de la chaux

(1) Le *foisonnement* est une augmentation de volume.

hydraulique sont reconnaissables à leur teinte gris bleuâtre mat, à leur grain fin et bien homogène. Les meilleurs se trouvent dans les environs de Charleville, à Warcq, à Saint-Menges près Sedan, etc.; ils appartiennent à la partie inférieure du lias et sont en bancs, séparés par des lits de marne noire, dans lesquels on observe une grande abondance de *gryphées arquées*, huitres à crochets recourbés. Tous les bancs n'ont pas la même qualité et il est nécessaire de les choisir et de les trier avec soin.

La cuisson de la chaux hydraulique demande à être faite avec des précautions particulières. Si la température s'élève trop, la matière s'agrège et ne se combine plus bien avec l'eau; il faut que la chaleur soit la plus faible possible et juste assez forte pour ne pas produire d'incuits.

Dans les localités où il n'existe pas de chaux hydraulique, on peut en fabriquer artificiellement en faisant un mélange intime des éléments qui entrent dans sa composition. C'est ainsi que l'on en obtient en calcinant du calcaire à chaux grasse et de l'argile mélangés dans des proportions convenables; ce procédé a été employé pour la plupart des constructions hydrauliques de Paris.

42. — Le *mortier* est une matière pâteuse qui jouit de la propriété de se durcir avec le temps et qui a pour but de réunir et de souder, pour ainsi dire, ensemble les diverses parties d'un ouvrage en maçonnerie.

La chaux est la base de tous les mortiers et leur qualité dépend surtout de la nature de cet élément essentiel. Avec de la chaux grasse, on obtient des mortiers qui ne peuvent durcir qu'à l'air; la chaux hydraulique donne des mortiers qui font prise sous l'eau.

Avant d'entrer dans la confection du mortier, la chaux doit être éteinte. On peut employer trois procédés : le premier consiste à laisser la chaux se déliter lentement à l'air; le second à l'asperger d'une petite quantité d'eau avec un arrosoir ou à la plonger peu de temps dans l'eau à l'aide d'un panier, et le troisième à la jeter avec de l'eau dans un grand bassin. On éteint généralement la chaux hydraulique à grande eau, car elle fuse trop lentement; pour la chaux grasse on préfère le procédé par aspersion ou par immersion.

Les sables sont les matières que l'on mélange le plus habituellement à la chaux pour former les mortiers; ils doivent être rudes au toucher et crier quand on les serre dans la main. Les sables de rivière sont ceux que l'on préfère généralement, quand ils ne sont pas trop terreux.

Le mélange de chaux éteinte et de sable se fait tantôt sur le sol à l'aide d'un rabot, tantôt dans des tonneaux ou cuves analogues aux malaxeurs des fabriques de poteries. Les proportions de sable varient de 1,5 à 4 pour 1 de chaux.

Quand on n'a pas de chaux hydraulique à sa disposition, on peut cependant obtenir des mortiers

hydrauliques en mêlant à la chaux grasse éteinte certaines matières, connues sous le nom de *pouzzolanes* (1), qui contiennent de la silice divisée. On se sert pour cet usage de briques ou de poteries pilées, de cendres rouges de Flize, etc.

43. — Le *béton* est un mélange de mortier hydraulique et de pierres concassées ; les proportions sont variables avec la dureté et avec la rapidité de la prise que l'on veut obtenir. On l'emploie avec beaucoup d'avantage dans une foule de cas, pour fondations d'édifices sur terrains humides, pour fondations de piles de ponts, pour des travaux d'égoûts, pour des réservoirs à eau, etc.

44. — Pour la construction des maisons rurales et des murs de clôture, on emploie souvent du *mortier de terre* qui est fait simplement avec une terre aussi argileuse que possible. Pour que ce mortier ne se ramollisse pas sous l'action de l'humidité, on le recouvre, lorsqu'il est sec, d'un enduit en mortier de chaux.

45. — La prise des différentes espèces de mortiers est due à des réactions chimiques qui ne sont pas encore très-bien expliquées dans tous leurs détails.

(1) *Pouzzolane,* de Pouzzoles, près Naples, où l'on trouve une matière volcanique qui convient très-bien pour la fabrication des mortiers hydrauliques.

La solidification des mortiers ordinaires tient à l'évaporation de l'eau et à la combinaison de la chaux avec l'acide carbonique de l'air; il faut souvent un temps extrêmement long pour que cette action soit complète, et, dans de très-anciennes constructions, on peut retrouver la chaux encore humide dans l'épaisseur du mur. Le sable ne produit qu'un effet physique : il divise les particules de chaux et empêche la matière de prendre trop de retrait en séchant, ce qui entraînerait des fendillements.

Dans les mortiers hydrauliques, il se produit une combinaison chimique entre la chaux et la silice de l'argile, et il en résulte une nouvelle agrégation de la matière, en même temps que la chaux passe à un état où elle est insoluble dans l'eau.

46. — Pour terminer ce qui est relatif aux mortiers, il nous resterait à parler des *ciments*. Nous ne les citons ici que pour mémoire, car il n'en existe pas dans le département des Ardennes, et nous dirons simplement qu'ils ne diffèrent des chaux hydrauliques que par la prise plus rapide qu'ils font sous l'eau ou à l'humidité et qui est due à une plus forte proportion de matières argileuses.

47. — La chaux n'est pas d'une moins grande utilité pour l'agriculture que pour la construction. L'aridité des terrains qui en sont privés prouve bien que cette matière est un des éléments les plus indispensables à l'alimentation des plantes; il n'existe pas

en effet un seul végétal dans les cendres duquel l'analyse chimique ne dévoile de la chaux, souvent en très-forte proportion.

Mais la chaux ne sert pas seulement à la nourriture immédiate de la plante; elle lui procure encore indirectement d'autres principes nutritifs qu'elle met en liberté par son action chimique et dont elle prépare ainsi l'assimilation. Elle hâte la décomposition des matières organiques, propriété que l'on exprime vulgairement en disant qu'elle *brûle* le fumier; tout le monde sait que, dans les sols calcaires comme celui de la Champagne, le fumier ne dure pas aussi longtemps que dans les terrains argileux.

La chaux ameublit les sols trop compactes; elle neutralise l'acidité de certains terrains, tels que les terrains tourbeux ou nouvellement défrichés; elle fait périr les œufs ou larves de beaucoup d'insectes.

Mais il faut bien se garder de croire que le chaulage peut remplacer les fumures. Il les appelle au contraire; par cela même que la chaux hâte la décomposition des matières organiques, on conçoit que, si l'on chaulait une terre sans la fumer, on risquerait fort de l'épuiser avant peu de temps.

48. — La dose de chaux que l'on répand sur les terres est très-variable; en moyenne il faut mettre de 2 à 5 hectolitres par hectare et par an. Dans certains pays on introduit immédiatement dans le sol une forte proportion de chaux que l'on ne renouvelle qu'au

bout d'une longue période ; mais il vaut mieux chauler fréquemment et par petites quantités.

Avant d'employer la chaux, on l'éteint en la plongeant dans l'eau ou on la laisse déliter à l'air libre. On en fait aussi des composts en la mélangeant avec des gazons, des herbes, des curures de fossés, des boues de routes, etc. La chaux hydraulique doit être écartée et on ne doit s'en servir qu'à défaut d'autre ; si elle n'est pas bien éteinte et si elle est employée à forte dose, elle peut même faire sur le sol une sorte de mortier qui le rend très-tenace.

Sur les terres schisteuses du nord du département la chaux produit d'excellents effets. Dans le canton de Givet on emploie par an plus de 3,000 mètres cubes de chaux grasse que l'on fabrique dans le pays même; cette chaux se vend 5 fr. le mètre cube. Dans les communes de Fleigneux et d'Illy on est parvenu, à l'aide de la chaux, à mettre en valeur des terres qui étaient autrefois complètement improductives.

Nous pourrions multiplier ces exemples. Néanmoins nous devons dire que la consommation de la chaux n'est pas encore aussi grande qu'elle devrait l'être, et qu'il y a dans le département des Ardennes une foule de terres schisteuses, argileuses, humides ou tourbeuses qu'elle transformerait complètement.

DES MARNES ET DES CENDRES.

49. — La *marne* est un mélange très-intime et à proportions variables d'argile et de carbonate de chaux.

Dans l'antiquité la plus reculée on s'en est servi pour amender les terres ; Pline rapporte que nos pères en faisaient un grand emploi et qu'ils ne craignaient pas de fouiller à 30 mètres et plus dans le sein de la terre pour y découvrir des bancs de ce précieux amendement.

Une longue pratique agricole a prouvé que la marne produit sur certaines terres des résultats véritablement merveilleux. Dans certaines régions elle a complètement transformé la culture et, sans sortir de notre département, il nous serait facile d'en citer de nombreux exemples. Ainsi les terres de la commune de Dommery qui, il y a une cinquantaine d'années, se faisaient remarquer par leur stérilité, doivent à l'emploi judicieux de la marne d'être devenues très-propres à la culture. Ainsi à Puiseux, à La Romagne, etc., le rendement des récoltes a plus que doublé sur les terres marnées et on a pu y obtenir de bonnes prairies artificielles.

La science rend un compte exact de ces effets. La marne agit à la manière de la chaux en apportant au sol un élément qui lui manque et en ameublissant les terres trop compactes. Cependant le marnage fait sentir son action plus longtemps que le chaulage et il réussit beaucoup mieux sur certains terrains, ce qui tient sans doute à l'état de mélange intime des éléments qui constituent la marne et à la division extrême dans laquelle se trouve le calcaire.

Il faut se rappeler, et nous insistons sur ce point important, que la marne, pas plus que la chaux, ne

tient lieu de fumier; qu'au contraire, par l'activité plus grande qu'elle imprime à la végétation, elle épuise plus rapidement le sol et qu'il faut employer d'autant plus de fumier qu'on marne davantage.

50. — Suivant les proportions constitutives d'argile et de calcaire, la marne a des emplois divers. Quand elle renferme au moins 50 p. 0/0 de carbonate de chaux, elle est dite *calcaire;* à proprement parler c'est la véritable marne et c'est surtout à elle que s'applique ce que nous avons dit précédemment. Quand la proportion est moindre, la marne est dite *argileuse* ou *sableuse,* suivant que l'argile ou le sable domine. Ces deux dernières espèces sont moins employées; on comprend qu'elles conviennent aux terres légères ou aux terres fortes sur lesquelles elles produisent surtout une action mécanique, en augmentant ou diminuant la compacité du sol.

Il est facile, par un essai rapide, de reconnaître la quantité de calcaire contenu dans une marne. Si on en jette un fragment dans un acide, dans du vinaigre par exemple, il se produit un vif bouillonnement, dû au dégagement de l'acide carbonique, et la chaux se dissout. La différence de poids entre la marne et le résidu inattaqué par l'acide indique la quantité de calcaire.

51. — La dose de marne qu'il convient d'employer varie naturellement avec la nature du terrain et la composition de l'amendement. On peut cependant dire

d'une manière générale que la dose moyenne annuelle est de 2 à 3 hectolitres par hectare. Avant de répandre la marne sur le sol, il est bon de la disposer en tas qu'on laisse exposés aux influences atmosphériques pendant tout l'hiver; elle se délite alors beaucoup mieux.

52. — La marne est abondamment répandue dans le département des Ardennes et on la trouve à presque tous les étages de la formation géologique, sauf dans l'Ardenne. Mais cette précieuse matière est souvent dédaignée et reste enfouie dans le sol; le cultivateur qui gémit sur l'aridité de son champ n'aurait, dans bien des cas, qu'à creuser à peu de profondeur ou à faire des recherches près de sa propriété pour rencontrer la substance qui améliorerait son terrain.

Les marnes crayeuses qui s'étendent au pied des monts de craie conviennent parfaitement pour amender les terres fortes et compactes qui les avoisinent vers l'est et qui recouvrent les sables verts (1). De même, les marnes blanches de la partie supérieure du terrain jurassique, que l'on trouve notamment dans la vallée de l'Aisne, sont à portée de terres gaizeuses (2), complètement privées de calcaire; nous les avons vu employer avec succès sur des terres de cette nature dans les belles exploitations de Sérieux

(1) Voir la description des *sables verts*, page 66.

(2) La *gaize*, qui forme le sous-sol de ces terrains, est une roche tendre, siliceuse, dépendant de l'étage crétacé, et qui existe en grande abondance dans l'arrondissement de Vouziers.

et des Granges (canton de Grandpré). Ces marnes renferment quelquefois du phosphate de chaux, principe qui en augmente beaucoup la valeur.

53. — A la base du massif montagneux de l'Ardenne, il existe une bande étroite de terrain, dont nous avons déjà eu l'occasion de parler sous le nom de *lias*, dans lequel on rencontre des marnes argileuses ou plus exactement des *cendres*. Ces matières ne sont pas très-riches en carbonate de chaux, mais elles contiennent des pyrites (1) et des sulfates, souvent en assez fortes proportions. C'est par ces principes qu'elles agissent sur les plantes ; elles conviennent principalement aux prairies artificielles qui ont besoin de sulfate de chaux.

Dans un grand nombre de localités on n'emploie les cendres qu'après qu'elles ont été calcinées. On les place sur quelques fagots de menu bois auxquels on met le feu; la combustion se propage dans la masse, qui brûle lentement en dégageant une forte odeur sulfureuse. On obtient alors une matière rougeâtre, très-friable, qui se délite promptement et agit très-efficacement sur les terres compactes, tandis que la cendre crue doit être préférée pour les terres légères.

Les cendres du lias sont exploitées dans un grand nombre de communes, à Flize, Chalandry, Amblimont, Mouzon, etc. Elles se vendent sur place 1 fr. à 1 fr. 50 le mètre cube quand elles sont crues, et de 3 fr. à 3 fr. 50 quand elles sont calcinées; on les emploie

(1) La *pyrite* est un sulfure de fer.

ordinairement à la dose de 70 à 80 hectolitres par hectare.

54. — Dans les bois d'Enelle (commune de Balaives et Butz), on exploite des cendres qui paraissent bien plus énergiques que celles que nous venons de décrire. Elles agissent jusqu'à un certain point comme engrais, en raison de la forte proportion de matières organiques azotées qu'elles renferment; aussi il faut bien se garder de les calciner. Elles sont analogues aux cendres de Picardie dont on fait un grand usage dans les arrondissements de Vouziers et de Rethel, à la dose de 5 hectolitres par hectare.

DES ARGILES.

55. — L'*argile* est une combinaison d'alumine, de silice et d'eau, ou, pour parler comme les chimistes, un silicate d'alumine hydraté. Quand elle est réduite avec de l'eau en pâte consistante, elle jouit de la propriété de se pétrir et de se façonner facilement sous toutes les formes ; elle est alors douce, onctueuse au toucher, d'un grain fin et tendre ; elle acquiert par la cuisson une grande dureté. Dans son plus grand état de pureté, elle est blanche ou légèrement grisâtre ; elle résiste aux températures les plus élevées sans fondre, et l'on dit qu'elle est *réfractaire*.

Mais l'argile pure est très-rare et elle n'existe dans aucune partie du département des Ardennes. Elle est généralement mélangée de matières étrangères qui en

modifient les propriétés, et dont les plus fréquentes sont le sable, le calcaire et l'oxyde de fer ; la présence de cette dernière matière se reconnait à une couleur rougeâtre ou jaune ocreuse. Le sable influe sur la plasticité de l'argile; le calcaire et l'oxyde de fer, quand les proportions n'en sont pas trop grandes, ne diminuent pas sensiblement cette plasticité, mais ils agissent toujours d'une manière fâcheuse sur la propriété réfractaire.

Les argiles sont d'un grand emploi dans l'industrie ; elles servent à la fabrication des briques, des carreaux, des tuiles, des tuyaux, des poteries, etc.

56. — Les briques sont des matériaux de construction artificiels dont l'usage remonte à une époque très-reculée, car on en a trouvé dans les ruines de Babylone.

L'argile commune, qui existe dans le département des Ardennes sur un très-grand nombre de points, suffit pour la fabrication des briques. Quand la terre est trop grasse, ce qui du reste se présente rarement, il est nécessaire de la dégraisser avec du sable ; sans cette précaution les briques se déformeraient par la cuisson en prenant du retrait.

Quand cela est possible, la terre à briques est extraite à l'automne et on la laisse exposée à l'air pendant tout l'hiver afin qu'elle se délite sous l'influence des pluies et des gelées. On en sépare avec soin les matières pierreuses qui pourraient s'y trouver mélangées et qui joueraient un rôle fâcheux dans la

fabrication; ainsi les grains de silex, en éclatant au feu de cuisson, briseraient les briques; les fragments de calcaire, qui abandonneraient leur acide carbonique sous l'influence de la chaleur et reprendraient ensuite de l'eau, produiraient le même résultat.

La terre, mélangée avec de l'eau, donne une pâte assez consistante avec laquelle on façonne les briques. On se sert pour cela d'un moule sans fond en bois que l'on a d'abord sablé afin que l'argile n'y adhère pas; puis on porte les briques au fur et à mesure sur l'aire de la briqueterie.

Quand les briques commencent à se raffermir, on les relève sur champ sans les changer de place et on les *pare,* c'est-à-dire qu'on enlève avec un couteau toutes les bavures du moule; ensuite on en fait une *haie,* espèce de muraille à claire-voie que l'on recouvre de paille pour les garantir contre l'action de la pluie ou du soleil; elles achèvent ainsi de se dessécher complètement.

On procède alors à la cuisson, opération qui a pour but de durcir les briques et qui se fait généralement en plein air. Pour cela, on forme, avec les briques placées de champ et superposées, des tas de grandes dimensions; celles de la partie inférieure sont assez espacées l'une de l'autre, puis l'espacement va en diminuant jusqu'à la rangée supérieure où elles arrivent à se toucher. On ménage en outre un certain nombre de vides verticaux qui doivent servir de cheminées. Les intervalles sont remplis avec de la houille

3*

menue à laquelle on met le feu. Ce mode de cuisson porte le nom de *cuisson à la volée.*

Quelquefois les briques sont cuites dans des fours. Ces fours sont simplement formés par quatre murs verticaux destinés à concentrer la chaleur autant que possible; dans le pied de l'un des murs sont pratiquées de petites voûtes à claire-voie qui se prolongent sur toute l'étendue du four. Les briques et le combustible sont disposés comme pour la cuisson à la volée.

La conduite du feu exige une grande expérience; il doit d'abord être modéré pour augmenter ensuite progressivement.

La cuisson en plein air occasionne une dépense de combustible plus considérable que la cuisson dans un four; cependant, comme elle n'exige aucune installation spéciale, elle est préférée toutes les fois que l'on n'a besoin que d'une quantité limitée de briques et qu'il n'existe pas dans les environs de briqueteries permanentes.

57. — Dans un four ou en plein air, toutes les parties du tas ne sont pas exposées à la même température. Il en résulte que les briques d'une même fournée sont inégalement cuites et sont de diverses qualités; celles de la partie inférieure sont ordinairement les plus estimées.

Les bonnes briques doivent être sonores, dures; la cassure doit être à grain fin et serré; elles sont ordinairement d'un rouge-brun foncé et quelquefois légèrement vitrifiées. La qualité ne dépend pas seu-

lement des matières employées, mais aussi des soins apportés à la fabrication.

Les briques de dimensions ordinaires ont 210 millimètres de longueur sur 105 de largeur et 45 d'épaisseur. Dans le département des Ardennes elles coûtent de 16 à 25 fr. le mille.

On fabrique aussi des briques à paver et des carreaux de dimensions diverses.

58. — Dans quelques pays, surtout en Champagne, on se sert de briques crues; à Reims même on les a employées pour la construction d'un grand nombre de maisons. Ces matériaux ne conviennent cependant pas dans un climat humide comme le nôtre, et l'on est obligé de les recouvrir de nombreuses couches de peinture à la chaux, ou, ce qui vaut mieux, d'un enduit de chaux, d'argile et de boue, qui est tout-à-fait imperméable à l'eau.

Les briques crues sont fabriquées comme les briques cuites, sauf qu'elles ne sont pas soumises à la cuisson. On les fait au printemps et à l'automne, saisons pendant lesquelles la dessiccation s'opère le mieux.

En Champagne on fait aussi des carreaux et des moellons grossiers avec la grève crayeuse ou la craie marneuse.

59. — Quand les constructions en briques sont destinées à être soumises à des températures élevées, elles doivent être réfractaires; ainsi on ne peut employer d'autres espèces de matériaux pour les fours

de boulanger, les hauts-fourneaux, les cubilots de fonderies, etc.

Les meilleures briques réfractaires viennent de Belgique. Dans les Ardennes on n'en fabrique que de qualité médiocre, parce que la matière première fait défaut.

Au Chesne, à Balaives, à Barbancroc, on trouve des sables siliceux blancs, légèrement argileux, que l'on utilise pour la fabrication des briques réfractaires. Ces briques ne peuvent résister longtemps à une température trop élevée; en outre, comme elles sont sableuses, elles n'ont pas une très-grande consistance. Néanmoins elles sont d'un assez bon usage dans une foule de cas. Le prix de vente n'est que de 32 fr. le mille.

Nous n'entrerons dans aucun détail sur cette fabrication qui ne diffère pas sensiblement de celle des briques crues. Nous dirons seulement que, quand les briques commencent à se raffermir, on les rebat sur toutes les faces avec une batte en bois pour en régulariser la forme.

60. — La fabrication des tuiles exige une argile de meilleure qualité et préparée avec plus de soins que celle qui est destinée à la confection des briques. Aussi la terre est-elle presque toujours pétrie dans un appareil spécial appelé *malaxeur*. Cet appareil est généralement un tonneau dans lequel se meut un axe vertical armé de couteaux obliques; l'argile est recoupée un grand nombre de fois par les couteaux

qui la forcent ensuite à sortir par des ouvertures placées à la partie inférieure du tonneau.

Les tuiles sont moulées sur des formes courbes en bois, puis cuites dans des fours; à cause de leur faible épaisseur, elles n'ont pas besoin d'être soumises à une température aussi élevée que les briques.

Les tuiles trouvent, pour la couverture des maisons, un emploi de moins en moins fréquent dans le département des Ardennes, et elles tendent à être remplacées par les ardoises. Elles sont presque toujours courbes; cependant on se sert quelquefois de tuiles plates fabriquées en Lorraine.

61. — On fabrique dans le département des Ardennes des poteries communes telles que : terrines, vases de cuisine, casserolles, pots à fleurs, etc., avec des argiles impures.

A Balaives, où se trouvent les usines les plus importantes, on se sert d'une argile un peu sableuse que l'on exploite à Singly ou dans les bois d'Enelle. Comme cette terre n'a pas une composition uniforme, il est nécessaire de la pétrir et d'en mélanger toutes les parties avec soin; en effet, sans homogénéité, le retrait que prend toujours l'argile à la cuisson ne serait pas égal, et les pièces se déformeraient.

Pour obtenir cette homogénéité, on laisse l'argile exposée à l'air pendant tout l'hiver, puis on la *travaille* de différentes manières. Tantôt on la soumet au *marchage*, en la faisant piétiner par un ouvrier qui marche dessus pieds nus, tantôt on la passe dans

un malaxeur, tantôt on la bat sur une table avec un barreau de fer. On complète quelquefois l'opération en faisant passer la terre entre deux cylindres qui écrasent les graviers qu'elle peut renfermer.

Pour mettre la pâte en œuvre, on se sert d'un appareil très-ancien connu sous le nom de *tour du potier*. C'est un axe vertical qui porte à la partie inférieure un grand disque concentrique en bois et à la partie supérieure un second disque de diamètre plus petit. L'ouvrier, assis sur un banc, place au centre du disque supérieur une certaine quantité de pâte, et il met le tour en mouvement en faisant tourner avec le pied le disque inférieur; il façonne la pâte avec les doigts de manière à lui donner la forme que l'objet doit avoir. Si la quantité de terre n'est pas suffisante, il en apporte successivement de nouvelles masses en pétrissant bien toutes les poignées ensemble pour en faire un tout homogène; avec les mains il perce et ouvre la pâte et donne à l'objet une épaisseur convenable.

Après ce premier façonnage, ou *ébauchage*, l'objet n'a pas toujours une forme assez régulière. On achève le travail par le *tournassage* : la pièce, abandonnée quelque temps à elle-même, se dessèche et prend une certaine consistance; l'ouvrier la met alors de nouveau en mouvement sur le tour et il l'entame avec un outil tranchant en faisant un travail analogue à celui du tourneur sur bois.

Les poteries, après avoir été exposées quelque temps à l'air pour se raffermir, sont cuites dans des

fours analogues à ceux qui servent à la cuisson des briques, avec cette seule différence qu'ils sont fermés à la partie supérieure par une voûte percée de quelques ouvertures. Dans les Ardennes on chauffe généralement ces fours avec des fagots; la houille serait cependant plus économique.

Les poteries sont quelquefois vernissées. Avant de les cuire, on les plonge alors dans un chaudron où l'on fait fondre un mélange d'alquifoux (1) et de sable; par la cuisson il se forme un silicate de plomb et d'alumine, espèce de verre fusible qui recouvre toute la surface. En ajoutant des oxydes métalliques, on peut obtenir des colorations diverses.

Le bas prix des poteries vernissées les a fait adopter par quelques personnes pour la préparation des aliments. Il peut souvent en résulter de funestes conséquences, car le vernis plombeux est peu durable et se dissout facilement dans le vinaigre, les salaisons, les corps gras qui ont ranci, les aliments acides, etc. Or personne n'ignore que le plomb, sous quelque forme qu'il pénètre dans l'organisme, agit comme un poison lent.

62. — Les poteries de grès diffèrent surtout des poteries ordinaires en ce que l'argile employée à les fabriquer contient d'assez fortes proportions de sable quartzeux et d'oxyde de fer; elles sont très-solides,

(1) *Alquifoux*, galène pure ou sulfure de plomb naturel. C'est un mot d'origine arabe.

mais elles ont l'inconvénient de ne pouvoir aller au feu.

La préparation de la pâte et le travail sur le tour sont les mêmes que pour les poteries ordinaires. Nous dirons seulement que, quand on veut confectionner des pièces de très-grandes dimensions, le disque inférieur est remplacé par une roue horizontale; l'ouvrier travaille debout et, à l'aide d'un bâton qu'il appuie sur une des jantes de la roue, il communique au tour un mouvement plus ou moins rapide de rotation.

La cuisson des grès se fait à une température élevée. Quoiqu'ils soient imperméables par eux-mêmes, au contraire des poteries ordinaires qui sont toujours poreuses, on les recouvre souvent d'un vernis, mais dans le but unique de leur donner un aspect plus agréable.

Ce vernis est produit par un procédé ingénieux. Vers la fin de la cuisson, on projette dans le four plusieurs poignées de sel marin humide. Ce sel se volatilise rapidement, et, réagissant sur la pâte des poteries, il en recouvre la surface d'une légère glaçure composée de silicate de soude et d'alumine.

C'est surtout à Jandun et dans les environs que l'on fait des poteries de grès avec des argiles extraites sur le territoire de Neuville-et-This. Les principaux objets fabriqués sont des bonbonnes, des tourilles, des cruches, des pots à beurre.

On peut évaluer approximativement à 60,000 fr. la valeur des poteries ordinaires et des poteries de grès

produites annuellement par le département des Ardennes.

63. — Les pipes de terre, dont l'usage prend chaque jour des développements si considérables, ont donné naissance à une importante fabrication installée dans la ville de Givet ; cette industrie occupe plus de 600 ouvriers des deux sexes et livre chaque jour au commerce environ 2,200 grosses de pipes.

L'argile dont on se sert ne vient pas du département ; elle appartient à l'espèce désignée sous le nom de *terre de pipe,* et s'extrait dans les environs d'Andenne, en Belgique. Elle est très-plastique, grasse, d'une teinte gris foncé ; par la cuisson elle blanchit et donne une pâte poreuse très-propre à absorber les matières empyreumatiques de la fumée du tabac, propriété très-appréciée par les fumeurs.

La terre de pipe, corroyée et mélangée avec soin, est livrée à des enfants ; chacun d'eux en prend une boule qu'il roule à la main pour en faire le tuyau, et il ajoute au bout une petite masse qui doit former le fourneau. Lorsque l'argile est un peu raffermie, un ouvrier expérimenté perce le tuyau avec une tige de fer huilée, et il met le cylindre de pâte ainsi préparé, en laissant la baguette en place, dans un moule formé de deux coquilles en bronze ou en fer ; il referme ensuite ce moule et le serre au moyen d'une vis de pression. Il creuse le fourneau avec un refouloir en cuivre qu'il enfonce en tournant dans la partie correspondante du moule, et il termine le tuyau en poussant la

tige jusqu'à ce que son extrémité apparaisse au fond du fourneau.

La pipe, débarrassée des bavures, est desséchée dans une salle chauffée légèrement, puis elle est soumise à la cuisson. On se sert pour cette opération de *cazettes*, boîtes en terre cuite dans lesquelles on superpose les pipes avec interposition de sable siliceux fin qui les maintient. On lute ces cazettes avec du papier trempé dans une bouillie argileuse très-claire, et on les range dans le four. Au bout de 16 heures on éteint le feu, on défourne et on laisse refroidir lentement.

Les pipes sont alors polies par des femmes avec une agate, pierre très-dure qui enlève les rugosités de la surface. On les plonge ensuite dans une lessive composée d'eau dans laquelle on a fait bouillir un mélange de savon, de cire et de gomme ; il se dépose à la surface un vernis que l'on rend brillant en le frottant avec de la flanelle.

On émaille quelquefois les pipes. Pour cela on dépose à certains points de la surface, à l'aide d'une pointe d'acier, de l'émail réduit en poudre et humecté d'eau et d'alcool. Il suffit de chauffer les pipes au rouge dans un petit fourneau, pendant quelques minutes, pour que l'émail fonde et se vitrifie.

NODULES DE CHAUX PHOSPHATÉE.

64. — Il existe dans l'arrondissement de Vouziers une couche de terrain formée de lits alternatifs de

sable et d'argile plus ou moins sableuse, dont la teinte générale, d'un vert foncé, est bien caractéristique. Les géologues ont donné à cette formation le nom générique de *sables verts.* On en trouve aussi quelques lambeaux dans l'arrondissement de Rethel, par exemple dans les environs de Saulces et de Novion.

Au milieu de ces sables on rencontre des rognons de forme singulière, connus depuis longtemps par les habitants du pays qui les appellent des *coquins* ou des *crottes du diable.* Ils sont généralement arrondis, compactes, de couleur brune ou noirâtre; leur grosseur varie de celle d'une noisette à celle du poing. Quelquefois ils sont agglomérés et comme soudés solidement ensemble. Dans certains gisements (Saulces, Machéroménil), ils sont mêlés à des coquillages de formes diverses, parfaitement conservés, et qui offrent de beaux reflets irisés et nacrés.

Les coquins forment des couches bien régulières et bien continues, à peu près horizontales, dont l'épaisseur est généralement assez faible; elle varie de 10 à 30 centimètres et ne dépasse guère 50 centimètres.

La composition en est très-remarquable; ils consistent en un mélange de calcaire, de sable argileux, d'oxyde de fer et de phosphate de chaux. La présence de cette dernière substance donne à la découverte des nodules un immense intérêt, car on sait qu'elle est un des éléments les plus essentiels au développement de la plante et surtout de la graine.

65. — Mais les nodules de phosphate de chaux ne se trouvent pas seulement dans les sables verts. M. Dessailly, de Grandpré, en a découvert un autre gisement dans la roche connue sous le nom de *gaize;* les matières y sont beaucoup plus riches en phosphate, mais elles ne forment pas des couches aussi régulières et elles sont d'une exploitation plus coûteuse, parce qu'elles sont recouvertes d'une plus grande épaisseur de terre.

MM. Sauvage et Buvignier, dans la *Statistique minéralogique et géologique du département des Ardennes*, signalent encore les nodules dans les marnes crayeuses qui s'étendent au pied des monts de craie, entre Bouconville et Attigny.

Enfin M. Meugy, ingénieur en chef des mines, a indiqué un quatrième gisement du phosphate de chaux dans la craie blanche elle-même. Il l'a observé à l'entrée du tunnel de Perthes, près Rethel, sur le chemin de fer de Reims à Charleville. Nous ajouterons que c'est à ce savant que revient l'honneur d'avoir fait connaître le premier, en 1852, la composition des nodules du terrain crétacé du Nord et des Ardennes, composition qui n'avait pas encore été déterminée.

C'est le premier de ces gisements qui donne lieu aux extractions les plus actives. Le second n'est guère exploité que par M. Dessailly. Quant aux deux autres, ils ne paraissent pas assez riches pour devenir le siége d'exploitations productives.

66. — Quelques personnes donnent aux nodules le

nom de *coprolithes* (de deux mots grecs, *copros, lithos*, c'est-à-dire *excréments pétrifiés*). Elles se trompent étrangement, et ces matières n'ont nullement l'origine que leur assigne ce nom ; c'est ce qu'il nous sera facile de prouver.

Il y a des coprolithes véritables, sur la formation desquels aucun doute ne peut exister. Dans certaines parties de l'Angleterre, entre autres à Lyme-Regis, on a trouvé des restes d'un animal bizarre, dont la race a complètement disparu, et qui habitait les mers antédiluviennes. Cet animal, de taille gigantesque, puisqu'il mesurait parfois 10 mètres de longueur, avait le corps d'un poisson et la tête d'un lézard ; c'est pourquoi on l'a appelé *ichthyosaure* (1). Il était d'une grande voracité et il dévorait souvent des animaux entiers sans se donner la peine de les triturer. Dans l'intérieur de son corps on peut encore voir des débris de la digestion, et dans le voisinage on retrouve des amas considérables de rognons de forme arrondie et mamelonnée au milieu desquels on distingue très-nettement des os, des dents, des écailles de poissons.

Ces rognons sont incontestablement des excréments rejetés par l'animal, et ils offrent ceci de remarquable qu'ils nous éclairent sur son mode de nourriture.

L'ichthyosaure n'est pas le seul animal dont on ait trouvé des coprolithes ; M. Buckland a signalé des excréments d'hyène dans la caverne de Kirkdale en Angleterre.

(1) *Ichthyosaure*, du grec *ichtus*, poisson, et *sauros*, lézard.

Les coprolithes sont essentiellement composés de phosphate de chaux, et, sous ce rapport, ils se rapprochent des nodules des Ardennes. Mais de ce simple fait, il faut se garder de conclure à la similitude d'origine. Les nodules forment en effet des dépôts réguliers et bien continus; ils empâtent fréquemment des coquillages dont la masse entière est transformée en phosphate de chaux; ils n'offrent aucun des débris caractéristiques des premiers. Il est donc impossible de les considérer comme des résidus de la digestion d'animaux antédiluviens.

67. — Mais, demandera-t-on, quelle est l'origine de ces curieuses matières, et comment ont-elles pu se former au milieu de terrains qui ne contiennent pas de phosphate de chaux? On ne peut répondre à cette question d'une manière positive; cependant il est assez plausible d'admettre que des eaux chargées de phosphate de chaux ont pénétré certaines couches de terrains, et que, l'eau s'évaporant, le phosphate s'est déposé en donnant lieu à des rognons de formes diverses. Il en résulte que les nodules ne doivent pas être autre chose que des portions du terrain qui les contient, agglomérées par la matière phosphatée; et en effet, si on les examine avec soin, on y trouve de l'argile, du sable vert, des fossiles de l'étage. Les nodules seraient ainsi d'une formation postérieure à celle des couches où on les rencontre, et ils n'auraient pas été roulés et amenés par les eaux comme pour-

rait le faire croire au premier abord leur forme arrondie.

Quant au phosphate de chaux qui a servi de matière agglutinante, il a sans doute été emprunté à des débris d'animaux formant dans le voisinage de vastes dépôts.

Les bancs de grès ont une origine analogue à celle que nous attribuons aux nodules. Ce sont des couches de sable qui ont été pénétrées par des eaux chargées de carbonate de chaux ou de silice, et dont les grains ont été cimentés par les matières tenues en dissolution par l'eau.

68. — Rien n'est plus simple que l'extraction des nodules. On commence par ouvrir une tranchée pour mettre la couche à découvert; les nodules sont enlevés à la pelle ou même simplement à la main. Les terres de recouvrement servent à remblayer la partie postérieure de la tranchée que l'on pousse devant soi en lui maintenant toujours à peu près la même largeur. Il faut avoir soin de mettre de côté la terre végétale et de la replacer ensuite dans sa première position; avec cette précaution, le terrain fouillé, au lieu de perdre de sa valeur agricole, reçoit une amélioration notable; car le défoncement qu'on lui a fait subir équivaut à un assainissement du sous-sol qui est généralement très-compacte.

69. — Les nodules, au sortir de la tranchée, sont mêlés d'une grande quantité de terre. Pour les en dé-

barrasser, on les jette sur une claie qui sépare une partie de l'argile et du sable adhérents ; puis on achève de les nettoyer en les soumettant à un lavage.

Ce lavage demande beaucoup de soin. On se sert le plus souvent d'une caisse de 2 mètres de longueur sur 1 mètre de largeur et 80 centimètres de profondeur, établie dans le lit d'un cours d'eau. Aux deux tiers de la profondeur est placée une grille en fonte sur laquelle on jette les nodules. On retient l'eau dans la caisse à l'aide d'une vanne disposée en aval, et l'on agite les nodules au moyen de crocs recourbés. Quand l'eau est devenue épaisse on la laisse écouler, et on ne considère l'opération comme terminée que quand l'eau sort du lavoir aussi propre qu'elle y est entrée. Deux bons ouvriers peuvent laver un mètre cube, soit environ 1,500 kilogr. de nodules, dans leur journée.

Le lavage n'est pas pratiqué partout; ainsi on s'en dispense dans les environs de Saulces, à cause des difficultés que l'on rencontre dans l'établissement des lavoirs. On remplace cette opération par plusieurs passages à la claie, effectués chacun après une exposition à l'air qui a pour but de sécher les matières argileuses et de les rendre plus faciles à détacher. Aussi les nodules de Saulces sont-ils moins purs que ceux de Grandpré qui sont toujours lavés ; ils retiennent encore 5 à 10 p. 0/0 de terre.

70. — Une condition essentielle pour l'emploi agricole des nodules est la ténuité, car, s'ils étaient em-

ployés en morceaux, ils ne produiraient aucun effet sur les terres. Aussi on les pulvérise le plus finement possible entre des meules horizontales établies comme celles des moulins à farine. Il existe dans le département plusieurs de ces établissements ; les principaux sont à Senuc, Vouziers, Neuville, Sorcy-Bauthémont, etc.

71. — L'extraction des nodules est une industrie de fraîche date, car elle ne remonte pas au-delà de l'année 1855. Après des vicissitudes diverses, dans lesquelles la spéculation a joué son rôle, elle est enfin entrée dans une période d'accroissement et on peut la regarder maintenant comme bien assise. Cette industrie livre chaque année à l'agriculture 7 à 8 millions de nodules, nombre qui est destiné à s'accroître encore ; elle occupe environ 500 ouvriers tant dans les usines que dans les carrières.

Les nodules des sables verts, lavés mais non pulvérisés, se vendent sur le port de Vouziers 27 fr. le mètre cube ; ceux de la gaize, qui sont beaucoup plus riches, se vendent 50 fr.

Après pulvérisation, les nodules sont soumis à une analyse chimique et classés en trois catégories suivant leur teneur en phosphate de chaux. Voici quels sont les prix de ces matières, rendues à Paris et prêtes à être employées par l'agriculture :

N° 1	dosant de 62 à 70 0/0....	7 fr.	les 100 kil.
N° 2	—— de 46 à 50.......	5	——
N° 3	—— de 40 à 45.......	4,50	——

72. — Comme nous l'avons déjà dit, le phosphate de chaux est une des substances les plus nécessaires au développement de la végétation; c'est en même temps une des substances les moins répandues dans les terres, et chaque année les cultures en enlèvent de notables proportions au sol sans que rien vienne balancer cette perte. Aussi on peut dire que la découverte de bancs de phosphate de chaux est la découverte la plus précieuse que l'agriculture ait faite depuis plusieurs siècles.

Mais, pour que les phosphates naturels puissent jouer leur rôle dans le grand acte de la vie végétative, il est indispensable qu'ils soient *assimilables*, c'est-à-dire qu'ils soient absorbés facilement par les racines pour de là être portés, à l'aide de la sève, dans toutes les parties de la plante et entrer dans sa composition. Les phosphates que l'on avait exploités précédemment, comme ceux de la Norwège et de l'Estramadure, connus sous le nom d'*apatites* par les minéralogistes, ne remplissent nullement cette condition, et l'on est obligé de leur faire subir un traitement chimique préalable qui consiste généralement en une attaque par l'acide sulfurique.

Il n'en est pas de même des nodules des Ardennes. Il est bien établi par des expériences nombreuses que, pourvu qu'ils soient réduits en poussière ténue, ils sont directement et immédiatement assimilables.

Les phosphates ne sont pas solubles dans l'eau pure, mais ils se dissolvent facilement dans l'eau qui contient de l'acide carbonique. Or, comme l'eau du

sol est toujours chargée d'acide carbonique, on est en droit de conclure que c'est par ce véhicule que le principe fertilisant est porté jusqu'aux racines des plantes qui l'absorbent.

73. — Nous sortirions des limites de notre sujet si nous voulions entrer dans l'exposé de l'emploi agricole des phosphates terreux. Mais nous ne pouvons nous empêcher d'en poser au moins les principes, d'après les résultats obtenus dans ces dernières années.

Les phosphates ne peuvent être employés indifféremment sur toutes espèces de terres ; il y a même des terres sur lesquelles ils ne produisent aucun effet. Les sols auxquels ils conviennent le mieux sont les terrains neufs ou arides, les terrains nouvellement défrichés, les terrains argileux et sans calcaire, comme ceux que l'on rencontre en Sologne, en Bretagne, dans le nord même du département des Ardennes. La dose doit être de 600 à 700 kilog. de nodules à 45 0/0 pour un hectare.

Sur les terres depuis longtemps en culture, le phosphate fossile ne donne de résultat que s'il a été préalablement mélangé à du fumier ou à une matière susceptible de fermenter. Il serait d'une bonne pratique agricole de répandre de la poussière de nodules sur tous les fumiers de ferme.

74. — Un habile chimiste, M. Boblique de Grandpré, est parvenu à utiliser les nodules pour la fabri-

cation économique des sels de phosphore. En fondant dans un haut-fourneau un mélange de minerai de fer et de coquins, il obtient une fonte très-phosphoreuse dans laquelle il entre au moins 20 p. 0/0 de phosphore. Cette fonte, ou plutôt ce phosphure de fer, fabriquée dans les Ardennes, est envoyée à l'usine de Javel près Paris où elle est traitée par le sulfate de soude. On fabrique ainsi du phosphate de soude, sel que l'on peut utiliser pour la fabrication des engrais et qui convient parfaitement entre autres pour fixer les sels ammoniacaux qui se dégagent des matières fécales et se perdent dans l'atmosphère.

DES MINERAIS DE FER.

75. — Le fer ne se trouve pas à l'état natif dans l'écorce terrestre. On rencontre quelquefois à la surface du sol des blocs informes de fer allié à d'autres métaux comme le nickel, le cobalt, le chrôme, etc.; mais il paraît prouvé d'après leur composition que ce sont des *aérolithes* (1), c'est-à-dire des masses minérales qui tombent sur notre globe sans que l'origine en soit encore bien expliquée.

Le fer combiné avec l'oxygène constitue le minerai le plus répandu. Dans le chapitre relatif à l'industrie métallurgique nous dirons quels procédés sont suivis pour l'extraction du métal.

Dans le département des Ardennes, le minerai de

(1) *Aérolithe,* du grec *aér,* air et *lithos,* pierre.

fer existe à presque tous les étages de la formation géologique. Les deux gisements les plus considérables sont ceux qui font partie des deux étages que l'on appelle l'*oxford-clay* et les *sables verts*.

76. — L'*oxford-clay* (1) est un ensemble puissant constitué surtout par des marnes, des argiles et des roches siliceuses tendres avec quelques bancs de calcaires argileux ou siliceux à la partie supérieure, et qui affleure dans le centre du département suivant une bande qui va du nord-est au sud-ouest. C'est une des subdivisions du terrain jurassique.

Le minerai se trouve à deux niveaux dans cette formation. On voit d'abord à la base, au-dessus des marnes coquillières, une couche assez régulière de 1 mètre à 1^{m} 50 de puissance, qui a été très-activement exploitée sur une grande partie de son affleurement, principalement entre Poix et Villers-le-Tilleul, et de Maisoncelle à La Besace. Le minerai est en petits grains brun-noir arrondis, de la grosseur d'une tête d'épingle, disséminés dans une argile ocreuse; les ouvriers lui donnent le nom de *mine noire*. A l'ouest de la vallée de la Bar, la couche, outre les petits grains, contient des plaquettes et des fragments irréguliers de fer oxydé hydraté.

On trouve encore le minerai à la partie supérieure de l'oxford-clay. Dans les environs de Mazerny,

(1) *Oxford-clay*, mot anglais qui signifie *argile oxfordienne* ou *argile d'Oxford*.

Villers-le-Tourneur, Vieil-St-Remy, le minerai est en petits grains rougeâtres dans une terre argileuse; on lui donne le nom de *mine rouge,* par opposition à celui des environs de Poix. Près de Nouart le minerai, au lieu de se trouver dans de l'argile, est dans une masse calcaire, et les grains sont de petites oolithes jaunâtres à reflet doré.

77. — L'exploitation de ce minerai se fait simplement à la bêche à la surface du sol; quelquefois il est nécessaire d'enlever un peu de terre de recouvrement. A Nouart on fait de petits puits de 4 à 5 mètres de profondeur; on prend le minerai au fond de ces puits, en souscavant un peu autour, et on l'amène au jour dans des paniers. On remblaie immédiatement le puits après l'extraction. Cette méthode d'exploitation est motivée par l'épaisseur notable des terres qui recouvrent la couche.

78. — Mais le minerai ne peut être traité dans les hauts-fourneaux au sortir de la minière; il contient une trop grande quantité de matières étrangères. On le purifie préalablement dans des lavoirs établis sur des cours d'eau et analogues à ceux dont on se sert pour les nodules de chaux phosphatée. Quelquefois les minerais sont lavés sur place à l'aide d'eaux pluviales et on achève de les nettoyer à l'usine même. Dans cette opération l'argile est entraînée par l'eau, et les grains de minerai de fer, plus lourds, restent dans la caisse.

Le lavage du minerai de fer présente de graves inconvénients pour les rivières dans lesquelles il fonctionne et pour les propriétés riveraines; les boues entraînées par les eaux se déposent sur les œufs de poissons qu'ils empêchent d'éclore, et, dans les moments de crues, sur les germes des graines dont ils retardent la pousse; c'est à cette opération que l'on attribue la disparition du poisson dans quelques rivières, notamment dans la Vence. Pour sauvegarder autant que possible les intérêts des propriétaires, l'administration interdit ordinairement le lavage du minerai du 15 avril au 15 octobre, ou bien elle impose l'obligation de construire de vastes bassins d'épuration, dans lesquels les eaux passent avant d'être rendues à leur cours naturel, et où elles laissent déposer les matières argileuses qu'elles tiennent en suspension.

Dans l'opération du lavage, le volume de la mine brute se réduit beaucoup. Cette diminution de volume varie avec les lieux d'extraction; en moyenne il faut 3 mètres cubes de mine brute pour obtenir 1 mètre cube de minerai bon à fondre; dans les minières de La Besace et des environs 5 mètres cubes de terre à mine ne donnent que 1 mètre cube de minerai lavé.

Le mètre cube de minerai lavé pèse 1,400 à 1,500 kilog. La tonne coûte en moyenne 6 fr. sur place; rendue à l'usine elle revient à 9 ou 10 fr., suivant la distance.

79. — Les minerais que l'on extrait de l'argile

oxfordienne ne sont pas de très-bonne qualité. Ils contiennent tous du soufre et du phosphore, substances qui rendent le fer cassant; mais, comme ils donnent des fontes assez fusibles, ils conviennent pour la fabrication des poteries. Ces minerais ont encore un inconvénient grave : à cause de leur finesse, ils *tamisent* facilement, c'est-à-dire qu'ils traversent les charges du haut-fourneau et arrivent jusqu'au creuset sans être réduits. On atténue ce défaut en les mélangeant avec d'autres minerais.

Le rendement de ces minerais au haut-fourneau est de 38 à 42 0/0 de fonte. Le minerai de Nouart est moins riche; il ne donne guère que 30 0/0.

80. — Le second gisement du minerai de fer se trouve dans les *sables verts*, formation que nous avons décrite sommairement en parlant des nodules de phosphate de chaux. Le minerai forme une couche de 1^{m} 50 à 2 mètres de puissance qui est placée en-dessous des nodules, en sorte que, dans la même carrière, on pourrait extraire à la fois les deux substances. Cette couche consiste en une masse argilo-sableuse, au milieu de laquelle sont disséminés de petits grains d'oxyde hydraté d'un brun foncé, souvent presque noirs.

L'exploitation a lieu tantôt à ciel ouvert, tantôt par travaux souterrains. Dans le premier cas, comme les terres de recouvrement ont quelquefois une épaisseur notable, on est entraîné à faire des travaux considérables, et on enlève ces terres par des ban-

quettes en retraite. La minière de Rauboudin, près Sommerance, est très-bien installée ; les terres, chargées dans des wagons qui roulent sur un petit chemin de fer, servent à remblayer l'excavation au fur et à mesure de l'avancement ; le minerai extrait est conduit aux ateliers de lavage.

Lorsque la couche se trouve à une trop grande profondeur, il vaut mieux aller la chercher par travaux souterrains. On fait alors des puits d'un mètre de diamètre environ, cerclés par des fascines destinées à retenir les terres qui pourraient s'ébouler, et dont la profondeur atteint quelquefois 25 mètres. On attaque la couche à partir du puits par des galeries, mais on ne s'éloigne pas à plus de 20 mètres.

La mine brute est lavée dans des lavoirs à bras suivant les procédés que nous avons déjà décrits.

Le minerai brut des sables verts rend de 1/3 à 1/4 au lavage. Au haut-fourneau, le minerai lavé donne environ 42 0/0 de fonte. Ce minerai est également phosphoreux et sulfureux, et il ne produit que des fers de moyenne qualité. Il est très-difficile à fondre, à cause des grains de sable qu'il renferme ; aussi on ne peut guère l'employer qu'en mélange avec d'autres minerais plus fusibles ou avec de fortes proportions de fondant.

Le mètre cube de minerai lavé pèse 1,500 à 1,600 kilogrammes. La tonne rendue aux usines vaut de 12 à 14 fr.

Ce minerai est principalement exploité dans le canton de Grandpré et un peu dans le canton de

4*

Buzancy. Il sert à l'alimentation des hauts-fourneaux de Champigneulles, Apremont, Nouart et Stenay.

81. — Nous ne décrirons pas les autres gisements de minerai du département des Ardennes, qui sont beaucoup moins importants que les deux précédents, et qui sont d'ailleurs abandonnés maintenant.

Nous dirons quelques mots du minerai que l'on rencontre dans le terrain ardoisier et qui est exploité, pour les hauts-fourneaux de Vireux et quelques usines de Belgique, en deux points : à Revin, sur la route qui conduit aux forges de Saint-Nicolas, et près de la fontaine minérale de Laifour, sur les bords de la Meuse.

Ce minerai ne forme pas une couche continue; il remplit des cavités du schiste, des espèces de poches, où il existe à l'état d'oxyde hydraté très-mélangé de fragments schisteux. Sur certains échantillons, principalement dans la partie supérieure des gîtes, on observe des parties mamelonnées, des filaments très-délicats enchevêtrés les uns dans les autres et qui ressemblent à de la mousse pétrifiée.

Les morceaux stériles sont triés à la main et une partie du minerai est lavée sur place.

On peut évaluer à 6 fr. le prix de revient de la tonne de minerai rendue aux usines. Le rendement au haut-fourneau n'est que de 28 à 30 0/0.

82. — Il résulte de ce qui précède que les minerais que fournit le département des Ardennes sont géné-

ralement de médiocre qualité. On n'a trouvé qu'un petit nombre de gîtes de *minerai de fer fort* donnant des fers résistants; mais ces gîtes sont épuisés. Le plus important a été exploité dans les bois d'Enelle; comme à Revin, le minerai formait des espèces de poches dans lesquelles il se trouvait en *géodes* (sortes de boîtes creuses), en baguettes accolées, en fragments arrondis ou en gros grains. Il est probable que des recherches attentives feraient découvrir de nouveaux gisements de ce précieux minerai.

Quand on voulait obtenir des fers de bonne qualité dans le département des Ardennes, on faisait venir autrefois des minerais d'Aumetz ou de Saint-Pancré (Moselle). La Belgique et le Luxembourg nous fournissent des minerais de fer fort.

L'extraction des minerais de fer dans le département des Ardennes a beaucoup diminué dans ces dernières années, par suite de l'extinction successive d'un grand nombre de hauts-fourneaux et de l'introduction de minerais étrangers. Ainsi, tandis que, dans la période décennale 1852-1862, on extrayait, année moyenne, 60,000 tonnes de minerai bon à fondre, le département n'a produit en 1867 que 13,000 tonnes. Ce chiffre ne comprend pas la production des minières de Revin, qui ne sont exploitées que depuis peu de temps.

DES COMBUSTIBLES MINÉRAUX.

83. — La *tourbe* est le résultat de la décomposition partielle de végétaux herbacés qui croissent dans des

bas-fonds ou des marécages. Aussi on en trouve presque partout où il y a des eaux stagnantes, et elle se présente en bancs horizontaux séparés par des lits de gravier ou d'argile. La formation de ce combustible minéral continue encore de nos jours.

Dans le département des Ardennes, la tourbe est généralement herbacée et spongieuse, et l'on y distingue encore les débris des végétaux qui ont servi à la constituer. Quelquefois cependant elle est dans un état d'altération assez avancée, comme dans la vallée de la Bar, et alors elle ne présente plus de débris reconnaissables ; elle ressemble un peu à du fumier comprimé.

On trouve la tourbe dans plusieurs vallées, sur le bord de rivières dont le cours est très-lent. Le gisement le plus important est celui de la vallée de la Bar, qui a été principalement reconnu entre Buzancy et Germont, où il atteint son maximum de développement; sa puissance varie de 0^m 33 à 3 mètres. Pendant quelque temps cette tourbe a été appliquée dans le pays au chauffage domestique ; elle a même été essayée pour la fabrication de la fonte et du fer, mais la grande proportion de cendres sulfatées et phosphatées qu'elle renferme donnait à la fonte de mauvaises qualités, et on a renoncé complètement à son emploi.

Sur le plateau ardoisier, dans les arrondissements de Mézières et de Rocroi, la tourbe se trouve encore sous forme de petits dépôts que l'on exploite, mais fort peu activement, pour les usages domestiques. En

1866, on n'a extrait que 380 tonnes de tourbe d'une valeur de 3,600 fr.

L'exploitation de la tourbe se fait du mois d'avril au mois de juillet. On commence par enlever le gazon; puis on extrait la matière combustible à l'aide d'un louchet. On obtient ainsi des espèces de briques que l'on fait sécher à l'air en les mettant en tas. A la fin d'août, on les rentre en magasin.

84. — La tourbe n'est pas le seul combustible que nous donne la nature minérale. Il existe dans le sein de la terre des masses énormes de matières combustibles, d'une importance capitale pour l'industrie, qui sont connues de tout le monde sous les noms d'*anthracite*, de *houille* et de *lignite*. Quoiqu'elles ne soient pas exploitées dans le département des Ardennes, ces matières, la houille surtout, sont devenues d'un emploi si fréquent que nous croyons utile de nous appesantir sur leurs gisements et sur leurs propriétés.

La *houille* est une matière noire, brillante, compacte, à texture quelquefois schisteuse, qui se trouve en couches ou en amas dans un des étages de la période de transition, celui que les géologues appellent l'*étage carbonifère*. L'*anthracite* ne diffère de la houille que parce qu'elle est beaucoup plus compacte et plus difficile à brûler; en outre elle se rencontre dans des terrains plus anciens.

Quant au *lignite*, c'est une matière brune, très-friable, dans laquelle on remarque encore des frag-

ments de bois; elle fait partie des terrains secondaires. Comme l'anthracite, elle n'est employée que d'une manière assez restreinte, relativement à la houille.

85. — La houille a été formée d'une manière analogue à la tourbe. Dans les premiers âges du monde, le globe était couvert d'immenses forêts qui, favorisées par une grande chaleur et par des pluies abondantes, se développaient avec une exubérance prodigieuse. Les mouvements et les affaissements du sol, qui étaient très-fréquents à cette époque, firent disparaître ces forêts sous les eaux, et des couches de sable et d'argile les recouvrirent. Une nouvelle végétation se développa, qui fut elle-même bientôt engloutie, et la même série de phénomènes se reproduisit ainsi sans doute un grand nombre de fois. Soumises à un poids énorme de terrains superposés, les couches de forêts furent fortement comprimées; les éruptions de roches ignées, qui perçaient à chaque instant la croûte solide, les chauffèrent jusqu'à déterminer un commencement de distillation; et c'est sous la double influence d'une chaleur et d'une pression considérables que cette espèce de tourbe se transforma en houille.

L'origine végétale de la houille est mise hors de doute par les débris de plantes qu'elle renferme assez fréquemment. Il n'est pas rare de voir sur des morceaux de combustible minéral, et surtout sur les fragments de schiste qui les accompagnent, des empreintes très-nettes de feuilles et de troncs d'arbres. On a

même trouvé dans certaines mines des troncs intacts, imparfaitement carbonisés.

86. — La houille existe en un grand nombre de points du globe terrestre, et l'on est loin de l'avoir reconnue sur toute l'étendue qu'elle occupe. La Belgique est relativement la plus riche de toutes les contrées de l'Europe en combustible minéral, car les bassins houillers connus s'étendent sur 1/18 de sa superficie totale ; viennent ensuite l'Angleterre, où ce rapport est de 1/20, et la Prusse, où il est de 1/90. En France tous les dépôts connus ne paraissent guère former que 1/170 de la superficie de l'Empire. Quelques pays de l'Europe, comme l'Italie, la Grèce, la Russie, sont presque complètement dépourvus de cette richesse minérale.

87. — L'emploi de la houille dans l'industrie ne remonte pas à une date très-ancienne. Les anciens connaissaient à la vérité le charbon de terre, mais ils en faisaient fort peu de cas ; et du reste, à cette époque, l'industrie était si restreinte que le bois et le charbon de bois répondaient largement à toutes ses exigences. C'est vers le milieu du XIe siècle que paraît avoir été établie la première exploitation de la houille dans les environs de Newcastle, en Angleterre, du moins en ce qui concerne l'Europe, car, d'après les récits des missionnaires, les Chinois se seraient servis de ce combustible bien avant notre ère.

Mais ce n'est guère qu'au XVIIIe siècle, avec l'in-

vention des machines à vapeur et l'application du combustible minéral à la fabrication du fer, que l'extraction de la houille prend une véritable importance. Depuis, cette extraction a suivi une progression rapidement croissante qui a fait demander à un certain nombre de personnes ce que deviendront les générations futures quand elles auront épuisé tous les gisements houillers. Ce moment est heureusement encore assez éloigné pour que l'industrie n'ait pas à s'en préoccuper, et nous croyons fermement que, avant qu'il n'arrive, le génie de l'homme aura enfanté quelque grande invention qui dispensera de l'emploi de la houille.

En prenant pour point de départ les premières années de notre siècle, on a découvert cette curieuse loi économique, que la consommation de la houille double à peu près tous les quinze ans. Le chiffre en est actuellement de 180 millions de tonnes par an, qui, à une valeur moyenne de 15 fr., représentent l'énorme somme de deux milliards sept cents millions de francs.

L'Angleterre à elle seule produit plus de 100 millions de tonnes, et la France seulement 12 millions. Comme la consommation annuelle de notre pays est de 18 millions, nous sommes obligés de demander à l'étranger 6 millions de tonnes. La consommation du département des Ardennes est de 215,000 tonnes, soit 1/83 de celle de la France.

La plus grande partie de la houille employée dans les Ardennes vient des bassins de Liège, Mons et

Charleroi, en Belgique. Une très-faible quantité est tirée du bassin de Sarrebrück, en Prusse.

88. — Le grand intérêt qu'il y aurait pour le département à posséder de la houille dans son propre sol a donné lieu à quelques recherches.

Vers 1793, on fit à Étion des fouilles qui n'aboutirent à aucun résultat.

En 1825, on entreprit dans le même but un sondage à Prix. A une profondeur de 140 mètres, on rencontra un banc de sel gemme; mais, comme l'exploitation du sel constituait un monopole à cette époque, les travaux furent suspendus par ordre du ministre des finances.

Enfin un troisième sondage fut exécuté à Condé près Donchery. Il ne fut terminé qu'en 1849; après avoir traversé toute l'épaisseur du trias, on tomba sur le terrain ardoisier, sans avoir rencontré le terrain houiller, qui ne peut se trouver qu'au-dessus de ce dernier.

Il résulte de là que le terrain houiller ne se trouve pas dans le département des Ardennes, ou que, du moins, il n'existe que dans le sud et à une profondeur telle que la houille ne serait pas avantageusement exploitable.

89. — Indiquons rapidement les propriétés de ce combustible minéral. La houille n'est pas du charbon pur : elle contient en outre des matières volatiles qui proviennent de ce que la carbonisation n'a pas été

complète. Elle donne à la distillation de 15 à 45 p. 0/0 de produits gazeux. La tourbe de la Bar perd environ 42 p. 0/0 à la distillation.

Quand on carbonise la houille dans un four fermé, on chasse ces matières volatiles, qui sont inflammables et constituent le gaz d'éclairage. Il reste dans le four une substance brillante, grenue, connue dans l'industrie sous le nom de *coke*, dont la proportion varie beaucoup avec les différentes espèces de houilles.

Au point de vue des usages industriels on distingue quatre espèces de houilles :

1° *Houille sèche à longue flamme;* elle a un aspect compacte et très-peu d'éclat, et brûle avec une flamme abondante. Elle ne donne que 55 à 60 p. 0/0 de coke; mais, comme elle fournit beaucoup de matières volatiles, elle convient spécialement pour la fabrication du gaz à éclairage. C'est la houille désignée dans le bassin de Mons sous le nom de *flénu sec.*

2° *Houille grasse à longue flamme;* elle est plus brillante que la précédente, brûle assez facilement et donne 60 à 65 p. 0/0 de coke. On l'emploie pour la fabrication du gaz, pour le chauffage domestique et pour le puddlage du fer.

3° *Houille grasse maréchale;* cette houille est éclatante, assez tendre, et se désagrège facilement; elle fournit 64 à 72 p. 0/0 de coke et elle est très-propre à la fabrication de ce produit; on l'appelle *fine-forge* en Belgique. C'est le charbon le plus estimé pour la forge, parce que l'ouvrier peut en former de petites voûtes sous lesquelles il chauffe les pièces à forger.

4° *Houille grasse et forte;* elle brûle avec une flamme courte en développant beaucoup de chaleur ; aussi elle est très-recherchée par la marine. Elle convient très-bien aussi pour la préparation du coke; elle en donne 74 à 84 p. 0/0.

La houille est généralement assez impure et contient des pyrites et des matières argileuses qui agissent d'une manière fâcheuse dans plusieurs opérations industrielles. Le soufre des pyrites donne à la fonte de mauvaises qualités, et c'est pourquoi on n'emploie dans les hauts-fourneaux que de la houille transformée en coke et débarrassée ainsi d'une partie du soufre qu'elle renfermait.

En raison de la présence des matières argileuses, la combustion de la houille donne lieu à une forte proportion de cendres, qui varie d'ailleurs suivant l'origine du combustible minéral et suivant le soin avec lequel on a trié les morceaux de schiste qui l'accompagnent toujours.

Ces cendres ont d'assez grands inconvénients. Comme elles sont sulfatées, elles altèrent, dans les hauts-fourneaux, les qualités de la fonte produite, et en outre elles exigent pour se fondre une quantité notable de chaleur. Quand on brûle la houille sur des grilles, les cendres s'agglomèrent souvent et forment du mâchefer; elles obstruent les barreaux et, si on ne les enlevait avec des ringards, elles empêcheraient complètement le passage de l'air.

Néanmoins la houille et le coke présentent de tels avantages sur le charbon de bois, au point de vue de

l'économie réalisée, que ce dernier combustible est à peu près abandonné dans la métallurgie du fer.

Le *pouvoir calorifique* d'un combustible est la somme totale de chaleur qu'il peut développer en brûlant complètement. On évalue ce pouvoir en déterminant le poids d'eau que le combustible amène à une certaine température, et l'on prend pour base d'évaluation la *calorie*, quantité de chaleur nécessaire pour élever la température d'un kilogramme d'eau de un degré.

Ainsi on dira que le pouvoir calorifique d'un combustible est de 3,400 calories, s'il peut élever 3,400 kilogr. d'eau de 0° à 1°, ou 34 kilogr. de 0° à 100°.

Le pouvoir calorifique de la houille varie de 6,000 à 8,500, et celui du coke de 7,000 à 7,500. Les houilles grasses ont un pouvoir calorifique plus élevé que les houilles sèches. La tourbe de la vallée de la Bar a un pouvoir calorifique de 2,850.



CHAPITRE II.

INDUSTRIE AGRICOLE.

L'agriculture est le premier de tous les arts. Elle remonte au berceau du genre humain, et, de tout temps et chez tous les peuples, elle a été honorée comme l'art le plus utile et le plus bienfaisant. Les rapides progrès de toutes les sciences l'ont complètement transformée et l'ont fait entrer dans une voie nouvelle, féconde en heureux résultats; aussi, à notre époque, il n'est peut-être pas d'art dont la pratique demande plus d'intelligence et des connaissances plus variées. Il n'entre pas dans notre plan d'étudier à fond une matière aussi complexe et de décrire les nombreux détails de la pratique agricole ; forcé de nous renfermer dans un cadre restreint, nous nous bornerons, après avoir jeté un coup-d'œil rapide sur l'état de la culture dans le département des Ardennes, à aborder la partie industrielle de l'agriculture, ou, en d'autres termes, à parler de quelques-unes des industries spéciales qui mettent en œuvre les produits du sol.

Aperçu sur l'Agriculture du département des Ardennes.

90. — La terre arable, « ce laboratoire dans lequel se préparent une partie des principes destinés à la végétation, » a, suivant sa composition chimique et sa constitution physique, une influence de premier ordre sur la végétation. Elle est en rapport intime avec la nature minéralogique du sol, puisque les éléments qui la composent ont été réunis aux dépens des roches de l'écorce terrestre, altérées par l'action répétée de l'air et de l'humidité, dégradées par les alternatives de chaleur et de froid, transportées par les eaux. Dans le chapitre précédent, nous avons eu plus d'une fois l'occasion d'examiner cette intéressante question, et nous avons assez insisté sur les relations qui existent entre la géologie et l'agriculture, pour qu'il nous semble hors de propos de revenir sur ce sujet. Les grandes divisions géologiques dans lesquelles nous avons partagé le sol du département sont en même temps des divisions agronomiques; il y a sans doute des variations locales, accidentelles, mais qui doivent être négligées dans une étude d'ensemble, et qui n'altèrent pas du reste la physionomie générale d'une contrée.

Sur une superficie de 523,587 hectares, le département des Ardennes possède, en nombres ronds, 300,000 hectares de terres labourables, 115,000 hectares de bois, 52,000 hectares de prés et herbages, et 12,000 hectares de terrains incultes. Le reste est

occupé par des propriétés bâties, par des routes, rivières, canaux et étangs, et par des cultures diverses.

On voit que les terres incultes tiennent environ 1/43 de la superficie totale ; c'est une proportion très-faible, si l'on considère tout l'empire français, pour lequel ce rapport est près de 1/5. Ces terres incultes sont généralement des landes et des pâtis ; c'est surtout en Ardenne et en Champagne qu'on les rencontre. Dans la première de ces contrées, elles sont argileuses et souvent marécageuses ; cependant les maigres pâturages qui y croissent nourrissent des vaches dont le laitage est de très-bonne qualité ; telles sont les *rièzes* du plateau de Rocroi, célèbres par la bataille que le grand Condé gagna sur les Espagnols en 1643. En Champagne, les terres incultes couvrent aussi d'assez vastes étendues de pays, sous le nom de *triots*, et l'on y voit pousser en grande abondance les plantes caractéristiques des sols calcaires, l'hellébore fétide, la gaude, la gentiane, etc. ; quelquefois les triots sont livrés à la culture à des intervalles très-éloignés. Dans la partie centrale du département, les terrains vagues sont assez herbeux et fournissent quelquefois de bons pâturages.

91. — Les principales améliorations agricoles sont obtenues par les engrais et amendements, par le drainage et par les défrichements.

La question des engrais, cette question si vitale pour l'agriculture, est malheureusement encore mal

comprise, malgré tous les efforts des hommes éclairés. Que l'on traverse un village agricole, et l'on sera péniblement surpris de voir les fumiers installés en dépit des principes les plus élémentaires de l'agronomie : ils sont établis sur une hauteur considérable, sans abri contre les ardeurs du soleil, lavés par les eaux pluviales ou les eaux courantes, et, après une pluie d'orage, on voit le purin s'écouler dans tous les ruisseaux. Les cultivateurs, qui se plaignent de l'insuffisance des engrais, se doutent-ils combien ils perdent ainsi de matières précieuses par incurie?

Hâtons-nous de dire que cette critique ne s'applique pas à toutes les parties du département. En Champagne, on considère les engrais comme des matières de la plus haute valeur; le cultivateur ne se contente pas d'apporter les plus grands soins à la confection de son fumier, mais il recueille toutes les substances qui peuvent servir d'engrais, les boues de villages et de routes, les décombres de vieux bâtiments, les curures de mares, de fossés ou de ruisseaux, les résidus de fabriques de lainages, etc.; il va même chercher à grands frais des fumiers dans la vallée de l'Aisne, où les terres d'alluvion, fertilisées par cette généreuse rivière qu'on a appelée à juste titre *le petit Nil*, peuvent presque se passer d'engrais.

La quantité de fumier que l'on applique sur les terres varie naturellement avec l'assolement et la qualité du sol; mais on peut dire qu'elle est en général de 45,000 à 60,000 kilog. par hectare pour une période de trois années.

Dans les localités où il y a des cultures industrielles, on importe du guano. Depuis quelque temps, on commence même à employer des engrais liquides de vidanges dans l'arrondissement de Rethel; des citernes hermétiquement fermées, destinées à les contenir, ont été établies en plusieurs points, notamment à la gare du Châtelet.

Les amendements ou engrais minéraux dont on se sert de préférence sont la chaux, la marne et les cendres. Nous ne reviendrons pas sur ces matières, qui ont été examinées dans le chapitre premier.

92. — De tous les procédés nouveaux introduits dans l'agriculture depuis une trentaine d'années, le drainage est celui qui a pris les plus grands développements. On sait qu'il agit surtout en assurant le libre mouvement de l'air et de l'eau à travers le sol; il donne aux terres une température plus élevée, il les rend plus perméables, plus faciles à travailler et par suite plus fertiles; il exerce aussi une heureuse influence sur le climat et sur l'hygiène des hommes et des animaux.

Tous les bons effets du drainage sont si bien appréciés que la plus grande partie des terrains argileux, à sous-sol compacte et humide, du département ont été drainés, et partout les cultivateurs ont eu à se louer de cette opération.

93. — Une grande partie des bois qui couvraient le sol du département ont été défrichés, et cette pra-

tique a été évidemment favorable à l'agriculture, car elle lui a livré des terres qui n'étaient auparavant que d'un très-faible rapport. Ainsi, sans les défrichements, certains cantons de l'Ardenne seraient complètement dépourvus de terres cultivables. Mais il faut bien dire que l'on a trop souvent défriché sans se préoccuper à l'avance de la valeur qu'auraient les terres mises en culture; mieux vaut certainement un sol boisé qu'un terrain maigre et peu productif. Il ne faut pas oublier d'ailleurs que les terrains déboisés exigent souvent de grandes dépenses pour être mis en valeur.

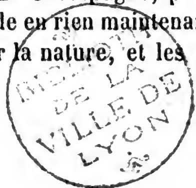
94. — Le procédé de culture qui est le plus suivi dans le département des Ardennes est l'assolement triennal; il tend cependant à être remplacé par la culture alterne. Le système des jachères, cette ancienne pratique qui laissait la terre complètement improductive pendant une ou plusieurs années, disparait pour faire place au système des prairies artificielles. Ces dernières, qui peuvent être considérées comme une culture améliorante, succèdent heureusement aux céréales, plantes épuisantes et qui auraient bientôt enlevé au sol tous ses principes nutritifs. Les plantes fourragères, comme le trèfle, la luzerne, le sainfoin, puisent en effet dans l'atmosphère la plus grande partie des éléments nécessaires à leur croissance, et elles vont chercher très-profondément dans le sol les matières minérales dont elles ont besoin. Elles améliorent donc la terre par les débris abon-

dants qu'elles lui abandonnent, et fournissent ainsi des aliments aux céréales et à la plupart des plantes qui puisent dans le sol presque toute leur nourriture. L'introduction des plantes fourragères dans l'assolement a été un véritable bienfait pour l'agriculture de tout le département, mais surtout de la Champagne, et l'on peut dire que c'est un des plus grands progrès qui aient été réalisés depuis longtemps.

95. — Les cultures dominantes dans le département sont celles des céréales (froment, seigle, orge, avoine), des prairies artificielles (luzerne, trèfle, sainfoin, minette dorée), et des légumineuses farineuses (pois, gesses, lentilles, vesces).

La production des céréales tend à augmenter, en raison des labours plus soignés et des fumures plus fortes; la qualité s'est aussi généralement améliorée par suite d'un meilleur choix dans les semences. On peut évaluer à peu près à 14 hectolitres le rendement moyen en blé par hectare; dans les bonnes terres des arrondissements de Vouziers et de Rethel, ce rendement est de 22 hectolitres, et il atteint même des chiffres beaucoup plus élevés dans les excellents terrains d'alluvion de la vallée de l'Aisne, surtout aux environs d'Attigny; les froments y ont un aspect admirable, et les épis, jaunes et pesants, donnent un grain de très-bonne qualité.

La Champagne, pour la culture des céréales, ne le cède en rien maintenant à des contrées plus favorisées par la nature, et les récoltes y sont tellement abon-



dantes que les granges ne suffisent plus pour les contenir; aussi, quand on traverse ce pays en automne, on rencontre à chaque pas des meules pressées les unes contre les autres. Les céréales que l'on cultive principalement sont le seigle, l'avoine et l'orge; cette dernière est très-recherchée par les brasseurs pour la fabrication de la bière; on cultive aussi un peu de sarrasin, ou *blé noir,* qui sert au chauffage dans un pays privé de bois, et dont les grains sont donnés en nourriture à la volaille. Les pailles, qui sont très-résistantes, sans doute à cause de la grande quantité de matières minérales qu'elles renferment, sont employées pour la fabrication des chaises. Nous dirons en passant que les céréales sont beaucoup moins sujettes à la verse en Champagne que dans d'autres contrées.

Dans l'Ardenne, les seules céréales cultivées sont l'orge, le seigle et l'avoine. On y suit un procédé particulier de culture que nous décrirons sous le nom de *sartage* dans le chapitre III.

Les plus belles prairies naturelles du département sont celles de la vallée de l'Aisne; elles se distinguent par leur magnifique verdure et donnent du lait et du beurre excellents. Dans les vallées de la Meuse et de la Chiers, il existe également de belles prairies, qui sont souvent d'une étendue immense. On peut évaluer le rendement moyen à 2,500 kilog. par hectare. En Champagne, où les ruisseaux sont très-rares, et en Ardenne, où le sol est très-accidenté et les vallées très-étroites, il n'existe presque pas de prés; les

bestiaux vont paître sur des landes, ou dans des coupes qui ont plus de 13 ans d'âge.

Le rendement des prairies artificielles est de 4,000 à 6,000 kilog. par hectare pour les deux coupes. Ces fourrages, surtout le sainfoin et la minette, réussissent très-bien sur les terrains crayeux.

On cultive aussi, pour la nourriture des bestiaux, des betteraves, navets, carottes, qui produisent environ 30,000 kilog. de racines par hectare.

Les légumineuses farineuses, comme les pois, gesses, vesces, lentilles, fèveroles, se mêlent généralement aux avoines et aux orges, voire même aux seigles.

La pomme de terre, ce tubercule si précieux pour l'alimentation du pauvre, est cultivée dans toutes les parties du département, mais sur une petite échelle; elle donne cependant lieu à un commerce d'exportation. On obtient environ 150 hectolitres par hectare. Depuis une dizaine d'années la maladie l'a attaquée et en a diminué notablement le produit.

Parmi les plantes oléagineuses, on cultive le colza et la navette, et, parmi les plantes textiles, le chanvre et le lin; mais ces cultures n'ont pas une très-grande importance. De toutes les plantes à racines alimentaires, la betterave à sucre est celle dont la culture s'est le plus développée, et, dans certaines régions du département, surtout dans celles qui avoisinent les sucreries et les distilleries, on peut la considérer comme étant entrée dans les assolements.

Toutes ces plantes appartiennent à la classe des cultures dites *industrielles*, parce qu'elles fournissent

des produits qui servent de matières premières à l'industrie. Elles passent généralement pour très-épuisantes, et, autant que possible, on ne les fait venir sur le même terrain qu'à de larges intervalles.

Cependant, en y réfléchissant bien, on verra que ces plantes ne sont pas plus épuisantes que d'autres, et qu'elles le sont beaucoup moins que les céréales en particulier. A quoi servent en effet la navette, le colza, le chanvre, le lin, la betterave? à fabriquer de l'huile, de la filasse et du sucre. Or ces trois produits sont des composés d'hydrogène, d'oxygène et de carbone ; les autres principes de la plante, l'azote et les matières minérales, restent dans les résidus de fabrication (tourteaux, eaux de routoirs, chaux de défécation), et, si l'on avait soin de porter ces résidus sur la terre, on lui rendrait dans toute leur intégralité les principes nutritifs qu'elle a fournis, car l'hydrogène, l'oxygène et le carbone sont presque entièrement puisés dans l'atmosphère.

La culture de la vigne n'a qu'une faible importance dans le département des Ardennes ; il en est de même de celle des pommiers et poiriers à cidre.

Dans quelques cantons, surtout dans ceux de Tourteron et de Novion-Porcien, on plante, au milieu des sillons, un grand nombre d'arbres fruitiers, tels que : pommiers, poiriers, pruniers, cerisiers, etc., dont les produits sont expédiés jusqu'à Paris. C'est un aspect plein de charme que celui de ces arbres en fleurs par une belle journée de mai.

N'oublions pas de mentionner ici l'osier qui croît

dans quelques parties du centre et du sud-est du département ; c'est une plante qui vient très-bien dans les terres humides et marécageuses, qui demande peu de soins et qui est d'un très-bon rapport. On l'utilise dans le pays de Vouziers pour la vannerie.

96. — Le bétail est de la plus haute importance en agriculture, non-seulement parce qu'il fournit de la viande, mais encore parce qu'il est producteur d'engrais. Les agronomes anglais estiment qu'une ferme bien tenue doit avoir une tête de gros bétail par hectare ; cette condition est loin d'être réalisée en France et dans le département des Ardennes en particulier ; dans les régions les mieux partagées, il n'y a qu'une demi-tête par hectare.

Cependant nous devons dire qu'il y a amélioration très-sensible dans la quantité et la qualité des animaux domestiques de toutes sortes : les reproducteurs sont mieux choisis et l'élevage est mieux entendu sous le rapport des soins et de la nourriture. On pourrait peut-être critiquer l'installation des écuries et des étables, qui laisse généralement à désirer.

La race ovine est celle qui a fait le plus de progrès; dans l'arrondissement de Rethel, les moutons sont l'objet de toute la sollicitude des cultivateurs, et l'on y voit de grands troupeaux de mérinos, remarquables par leur bonne conformation et l'abondance et la finesse de leurs toisons qui sont livrées aux fabriques de Reims et de Rethel. Dans les autres parties du département, la laine est de qualité médiocre. Le

mouton d'Ardenne fournit des gigots maigres très-estimés des gourmets; mais c'est surtout dans l'Ardenne belge qu'on l'élève.

L'espèce bovine est aussi en voie de progrès. Chaque année on achète en Belgique et en Hollande des taureaux qui sont introduits avec une subvention du département et qui sont revendus aux cultivateurs à des prix élevés. En Champagne les veaux sont nourris avec soin, et leur poids s'élève jusqu'à 200 et 300 kil.; ils donnent une chair bien blanche et très-savoureuse, avantageusement connue sous le nom de *veau de Champagne.*

Le sud du département fournit des chevaux vigoureux et bien constitués. Dans l'Ardenne il existe une race de petits chevaux, sobres et infatigables, bien appropriés au relief accidenté du pays, mais qui tendent à disparaître avec le développement des voies de communication. L'âne est assez fréquent dans cette partie septentrionale du département.

Les porcs sont élevés par tous les cultivateurs, petits et grands; ils sont surtout nombreux dans la vallée de l'Aisne où ils sont l'objet d'un commerce assez lucratif.

97. — Les instruments aratoires ont fait de remarquables progrès depuis plusieurs années, sans toutefois que notre département soit entré aussi résolûment que les départements du Nord et du Pas-de-Calais dans cette voie féconde de la mécanique agricole. L'arrondissement de Rethel, et ensuite celui de

Vouziers, méritent surtout d'être cités sous ce rapport. Des machines à battre sont maintenant établies dans toutes les fermes de quelque importance, et des entrepreneurs de battage se rendent dans les petites exploitations; les instruments de culture sont généralement nombreux et bien agencés. Les faucheuses, et surtout les moissonneuses, ne sont pas entrées dans la pratique; cela tient à ce que la propriété est très-morcelée et à ce que les expériences faites jusqu'à ce jour paraissent indiquer que ces engins remplaceront difficilement la faux.

Les machines à vapeur se répandent rapidement dans les fermes. Il y en a maintenant plus de 15, établies presque toutes dans l'arrondissement de Rethel. Ces machines représentent une force de 55 chevaux-vapeur, capables de développer un travail équivalant à celui de 1,650 hommes travaillant jour et nuit. On se plaint souvent du manque de bras pour l'agriculture; on voit quel est le remède.

98. — Les voies de communication ont une importance incontestable pour le transport, l'écoulement et le placement des produits agricoles. Sous ce rapport il n'est pas sans intérêt de donner ici un aperçu des voies de transport du département et d'en comparer la longueur à celle de toute la France :

	Ardennes.	France.
Routes impériales	386 k.	36,150 k.
— départementales	211	48,211
A reporter	597 k.	84,361 k.

Report............	597 k.	84,361 k.
Chemins vicinaux grande communicat^{on}.	770	71,303
— moyenne — ..	1,341	46,299
— petite — ..	3,166	114,687
Chemins de fer........................	178	15,800
Rivières navigables et flottables........	311	7,500
Canaux..............................	105	4,800
Totaux.............	6,468 k.	344,750 k.

Si l'on compare ces deux totaux, on verra que le département des Ardennes est relativement assez bien pourvu, puisqu'il possède une longueur de voies de toutes sortes égale au 1/53e de celle de tout l'Empire français. Ajoutons que l'on va construire 57 kilomètres de chemins de fer d'intérêt local, qui traverseront des contrées jusqu'ici déshéritées des bienfaits de ce moyen rapide de transport.

Les chemins ruraux, destinés exclusivement à l'exploitation du sol, ont pour l'agriculture une importance égale à celle des voies ordinaires de transport; avec de bons chemins ruraux, le cultivateur pourra diminuer le nombre de ses attelages de chevaux dont l'entretien grève d'un chiffre élevé son prix de revient, et les remplacer avantageusement par des têtes de gros bétail. Malheureusement, dans ce sens presque tout est à faire.

DE LA FARINE ET DU PAIN.

99. — Parmi les végétaux qui servent à l'alimentation de l'homme, le blé est le plus répandu, et l'on peut affirmer que l'usage en remonte aux premiers

âges du monde. Les manipulations auxquelles on le soumet pour le transformer en cet aliment sain et nourrissant, connu sous le nom de *pain*, vont fixer quelques instants notre attention.

Si l'on écrase entre deux pierres des grains de blé, l'enveloppe corticale de chaque grain est brisée, et les débris, qui portent le nom de *son*, se mêlent à la farine provenant de la trituration de la partie intérieure; comme cette dernière est plus fine, il suffit d'un tamisage pour la séparer du son. Tel est le principe sur lequel est basée la fabrication de la farine, qui sert de matière première à la fabrication du pain.

L'usage des moulins, pour la transformation du blé en farine, paraît avoir été introduit en Europe par les Romains, après la conquête de l'Asie; auparavant on se servait probablement de pilons et de mortiers, ou même simplement de pierres. On fit d'abord mouvoir les meules par des esclaves, puis par des chevaux; ce n'est que dans la suite qu'on eut l'idée de se servir de la force de l'eau et de celle du vent. De nos jours, on a appliqué les machines à vapeur à la mouture du blé comme à toutes les autres industries.

100. — Avant d'être envoyé au moulin, le blé est préalablement soumis chez les cultivateurs à un vannage qui en sépare une partie des corps les plus légers. Mais il contient encore une foule de matières étrangères, avoine, nielle, pierres, poussières, etc., dont il faut le débarrasser. La disposition des appareils de nettoyage est extrêmement variée, suivant les

localités, la force dont on dispose et la nature des grains que l'on traite ordinairement. Pour en donner une idée, nous décrirons la disposition qui est adoptée dans la plupart des grandes usines du département, et, entre autres, au Moulin-Leblanc, près Mézières.

Le blé est amené dans une grande trémie, qui le laisse tomber sur un tamis animé d'un mouvement rapide de va-et-vient; les grains de blé et les corps plus petits ou de même dimension passent seuls au travers de ce tamis, qui retient les corps plus gros; en même temps, les pailles, les blés noirs et autres matières légères sont enlevées par un violent courant d'air produit par un ventilateur.

De là le blé passe dans le *nettoyeur*. C'est un appareil composé de deux cylindres verticaux concentriques, dont l'intérieur est fixe et l'extérieur soumis à un mouvement de rotation; ces deux cylindres sont en tôle crevée d'un grand nombre de trous, dont les aspérités sont intérieures à l'espace annulaire qui les sépare. Le blé, tombant dans cet espace annulaire, est violemment projeté, par le mouvement de la machine, tantôt sur une des surfaces de tôle, tantôt sur l'autre. Les grains de blé sont ainsi froissés en tous sens et les poussières qui les recouvrent sont détachées; en outre, les petites mottes de terre qui ont traversé le tamis et les blés noirs qui ont échappé à l'action du premier ventilateur sont pulvérisés par les aspérités des cylindres. Toutes ces matières, arrivant à la partie inférieure de l'appareil, sont soumises à l'action d'un ventilateur qui enlève les poussières.

Le nettoyage du blé est quelquefois complété par un appareil de construction très-ingénieuse. Que l'on imagine un cylindre horizontal muni sur sa surface intérieure d'alvéoles dont la forme est exactement celle des grains de blé; ceux-ci pourront se loger dans les alvéoles et, si l'on vient à faire tourner le cylindre, ils le suivront dans son mouvement jusqu'à ce que, arrivés à la partie supérieure, ils se détachent et tombent sur un plan incliné qui les conduit au dehors. Les corps allongés, tels que l'avoine, ne pourront entrer dans les alvéoles et resteront au fond du cylindre; les corps ronds pourront à la vérité s'y loger et s'élever à une certaine hauteur, comme les grains de blé, mais, comme ils sont plus volumineux que ces derniers, ils seront détachés par une râclette placée à une distance convenable de la surface intérieure du cylindre, et iront dans le fond rejoindre les grains d'avoine.

Enfin, on termine le nettoyage du grain par son passage à travers un crible; quelques meuniers négligent cependant cette opération. Le crible est généralement un cylindre à peu près horizontal, formé de feuilles de tôle mince découpée en trous ronds et longs; ces trous sont calculés de manière à laisser passer les petits grains de blé et les graines rondes que l'on ne veut pas moudre avec les blés de premier choix. On donne au cylindre une légère inclinaison pour faciliter la descente des grains qui entrent par une extrémité; on le fait tourner avec une vitesse d'environ trente tours par minute. On obtient ainsi

deux catégories de blés : les blés de qualité inférieure, qui traversent le crible et tombent dans une auge demi-circulaire, et les blés de première qualité, qui sortent directement du cylindre.

On peut d'ailleurs obtenir autant de catégories qu'on le veut, en perçant la tôle de trous de dimensions diverses, convenablement disposés.

101. — Le blé est alors prêt à être réduit en farine. Mais quelquefois, surtout quand il vient de pays étrangers, il est tellement dur qu'il est nécessaire de le mouiller avant de le soumettre à l'action des meules. Pour cela, on le fait passer dans un cylindre en tôle pleine, dans lequel un robinet amène un mince filet d'eau.

La bonne qualité des meules est une des conditions les plus importantes de l'établissement d'un moulin. La *pierre meulière,* ou quartz silex, que l'on trouve dans les environs de Paris, et surtout à La Ferté-sous-Jouare, fournit les meilleurs matériaux connus.

Une meule se compose d'un grand nombre de pierres de petites dimensions, rapprochées et maintenues par une couche de plâtre et par des cercles en fer. Elle est rayonnée sur toute sa surface, ou, en d'autres termes, creusée de rainures dont le but est de déchirer le grain avant qu'il soit broyé entre les parties pleines de la surface des meules. Une meule ordinaire ne peut travailler que six ou sept jours de suite; au bout de ce temps, elle a besoin d'être *rha-*

billée, c'est-à-dire que la surface doit être dressée au marteau avec le plus grand soin.

Des deux meules, l'une est immobile et porte le nom de *meule gisante;* c'est celle qui est à la partie inférieure. La *meule courante* est supportée par un arbre vertical qui traverse la meule gisante; elle doit être mise en équilibre aussi parfait que possible, et l'on y parvient en coulant du plomb dans des cavités creusées à cet effet sur toute la surface. C'est cet arbre qui donne le mouvement de rotation; la vitesse est en général de 110 tours par minute.

Le blé arrive par une trémie placée au-dessus de la meule courante, et il pénètre par une ouverture qui se trouve entre l'arbre et cette meule. La trémie porte une oreille en bois qui reçoit des secousses successives; il en résulte un mouvement d'oscillation qui facilite la descente du grain.

Souvent on dispose un petit mécanisme destiné à avertir le meunier quand il n'y a plus de blé dans la trémie. Une petite pièce de bois, placée dans le fond de la trémie, porte une ficelle attachée à une sonnette; tant qu'il y a du blé, son poids maintient la pièce de bois, et par suite la sonnette, en équilibre; mais, quand la trémie se vide, la pièce se soulève et la sonnette retentit. Le meunier, averti, remet alors du blé dans la trémie, ou arrête l'appareil.

Le blé pulvérisé entre les meules, ou la *boulange*, s'échauffe sous l'action des meules, et il est essentiel de le refroidir le plus rapidement possible. Il est soumis dans ce but à l'action du *râteau-refroidisseur*.

Comme l'indique son nom, cet appareil est un véritable râteau, fixé à un axe vertical qui peut recevoir un mouvement de rotation. Les dents ont une inclinaison vers l'intérieur, telle que la boulange, arrivant au point le plus éloigné du centre du cercle décrit par l'instrument, parcourt une longue spirale avant d'arriver aux dernières dents qui la poussent dans les conduits, et a ainsi le temps de se refroidir complètement.

102. — La boulange passe ensuite à l'opération du *blutage*. Le bluteau est une espèce de prisme hexagonal formé par des gazes de soie de différents degrés de finesse, qui sont fixées sur une carcasse en bois; il est porté par un axe auquel on donne une légère inclinaison, et que l'on fait tourner avec une vitesse de 25 à 30 tours par minute. L'appareil est enfermé dans un coffre en planches dont la partie inférieure est divisée en cases. La boulange est introduite par l'ouverture supérieure du bluteau; la farine la plus fine traverse le tissu et tombe dans la première case, tandis que les gruaux plus gros et lourds ne traversent la soie que plus loin. Quant au son, matière légère et volumineuse qui ne peut passer au travers du tissu, il sort à l'extrémité de l'appareil.

Les gruaux que l'on obtient dans cette opération sont soumis de nouveau à l'action des meules, alors plus rapprochées, et ils donnent par un second blutage une farine de premier gruau et des seconds gruaux qui fournissent à leur tour une farine de second gruau

et des troisièmes gruaux. Ceux-ci donnent encore une farine de troisième gruau et un produit de qualité tout-à-fait inférieure que, dans certains cas, on repasse cependant à la meule.

En résumé, on voit que, par des moutures et des blutages successifs, on obtient des farines de différentes qualités, et des produits accessoires. On peut admettre que 100 kilog. de blé donnent en moyenne les matières suivantes :

Farine de 1re qualité.............	65	73
— de 2e —	4	
— de 3e —	3	
— de 4e —	1	
Son..................................		23
Criblures..............................		2
Déchet................................		2
		100

Il existe de petits moulins à farine dans un assez grand nombre de villages; ils sont généralement activés par une roue hydraulique qui, à l'aide d'un mécanisme très-simple, transmet le mouvement aux meules et aux différents appareils accessoires. Il faut environ 3 chevaux-vapeur pour une paire de meules qui moud 15 à 16 hectolitres de blé par 24 heures. Il y a dans le département des Ardennes 11 moulins munis de machines à vapeur, d'une force totale de 77 chevaux.

103. — Dans quelques parties du département, surtout en Champagne, on se sert de moulins à vent

pour la mouture des grains. Mais, quoique le vent soit un moteur qui ne coûte rien et se trouve partout, ces moulins tendent à disparaître, et on ne les emploie que quand on ne peut pas faire autrement, à cause de l'irrégularité de leur action, le temps de chômage étant à peu près, dans nos pays, double de celui du travail.

Un moulin à vent se compose essentiellement d'un arbre porté sur un petit bâtiment en bois, qui est susceptible de tourner autour d'un fort pivot vertical, et qui peut par conséquent être orienté convenablement. Dans certains cas, le corps du moulin est fixe et forme une tour en maçonnerie, sur laquelle peut tourner la toiture en entraînant avec elle l'arbre et les ailes.

L'arbre, destiné à transmettre le mouvement aux meules, n'est pas tout-à-fait horizontal, et il fait avec l'horizon un angle d'environ 15°. Cet angle a été adopté, parce qu'on a remarqué que le vent ne souffle pas horizontalement, mais que sa direction plonge ordinairement un peu sur la surface de la terre.

L'arbre porte à son extrémité quatre bras disposés en croix et dont chacun sert d'axe à une surface à peu près rectangulaire, beaucoup plus longue que large, qui est destinée à recevoir l'action du vent, et que l'on nomme une *aile*. On donne généralement à l'aile une largeur de 2 mètres et une longueur de 11 mètres; elle est formée de barreaux de bois, ou *lattes*, implantés transversalement de distance en distance dans la pièce de bois qui lui sert d'axe, et dont les

extrémités sont reliées par deux autres pièces de bois s'étendant parallèlement à l'axe dans toute la longueur de l'aile. Le châssis à jour ainsi construit a une grande analogie de forme avec une échelle à montants parallèles, qui serait fixée à l'axe de l'aile par les milieux de ses divers barreaux. Des toiles, ou voiles, s'étendent à volonté sur tout ce châssis, de manière à le transformer en une surface continue destinée à arrêter l'air dans son mouvement, et par conséquent à recevoir la pression qui doit en résulter.

Supposons que le moulin soit orienté, c'est-à-dire que l'arbre soit placé dans la direction du vent. Il est facile de comprendre que la surface de l'aile ne doit pas être perpendiculaire à cet arbre, car, s'il en était ainsi, le vent tendrait uniquement à renverser le moulin. D'autre part, cette surface ne peut pas être dans le même plan que l'arbre; car, dans ce cas, le vent glisserait sur l'aile et ne produirait aucune action. Nous sommes donc conduit à cette conclusion que l'aile doit être inclinée par rapport à l'arbre.

L'obliquité de la surface de l'aile sur la direction de l'arbre n'est pas la même dans toute la longueur de celle-ci; l'expérience a fait voir que, pour obtenir le maximum de force, il faut faire faire à la première latte un angle de 60° avec la direction de l'arbre, et à la plus éloignée un angle de 80°; entre ces deux termes extrêmes, l'angle des lattes intermédiaires varie graduellement. Ce résultat a été confirmé par l'étude théorique que l'on a faite du moulin à vent.

A part quelques modifications de peu d'importance,

le mécanisme de la mouture du blé est le même dans les moulins à vent que dans les moulins ordinaires. Le mouvement de rotation imprimé par le vent à l'arbre est transmis aux meules par l'intermédiaire d'engrenages, qui sont ordinairement en bois.

Quand un moulin à vent ne doit pas marcher, on serre les voiles, en les rapprochant de l'axe de chaque aile; de cette manière, les surfaces des ailes sont à jour et ne donnent plus de prise au vent. Pour remettre la machine en mouvement, on dirige d'abord l'arbre moteur dans le sens du vent, puis on écarte les voiles afin de garnir de nouveau les ailes. Cette manœuvre est facile à exécuter : chaque aile ayant été amenée au bas du chemin qu'elle parcourt en tournant, un homme monte sur ses barreaux, comme sur une échelle, pour tendre les voiles ou les serrer.

104. — La farine constitue, comme le lait, un aliment complet, car elle renferme toutes les substances nécessaires à la nourriture de l'homme. On y trouve en effet une matière azotée, appelée *gluten*, comparable au caséum (1), une matière grasse analogue au beurre, une matière amylacée, qui correspond au sucre de lait, et enfin des sels minéraux. Toutes ces matières sont nécessaires à la formation des tissus et à la vitalité du sang; les phosphates, qui existent en forte proportion dans les substances minérales, entrent dans la composition des os.

(1) Le *caséum* est le principe qui forme en grande partie le caillé du lait et dont on fait le fromage.

La farine de blé, la plus riche en gluten, est celle qui donne le pain le plus nourrissant. On fait aussi du pain, mais d'une digestion assez difficile, avec du seigle, de l'orge et même de l'avoine; une petite quantité de farine de seigle, mêlée à la farine de blé, lui communique une saveur agréable. Quelquefois on ajoute frauduleusement à la farine de blé de la farine de graines légumineuses (haricots, pois, lentilles, etc.); le pain que l'on fabrique avec ce mélange est de mauvaise qualité, car la pâte fermente difficilement.

Lorsqu'on pétrit de la farine avec de l'eau, on obtient une pâte compacte et qui est difficile à digérer, même lorsqu'elle a subi l'opération de la cuisson; c'est cependant ainsi que l'on faisait le pain à l'origine. On fait subir à la pâte une préparation spéciale, qui porte le nom de *panification*, et qui consiste surtout dans une fermentation.

Pour développer cette fermentation, on se sert de *levain*, pâte d'une fabrication précédente, qui a déjà fermenté et qui a une saveur acide. On se sert aussi quelquefois de levûre de bière, mais il faut éviter de l'employer seule et ne la mêler qu'en faible proportion au levain ; elle donne, il est vrai, beaucoup d'énergie au ferment, mais elle a l'inconvénient de communiquer au pain une odeur désagréable.

Dans un coffre en bois de chêne, appelé *pétrin*, on introduit la quantité de farine que l'on veut convertir en pain, en l'écartant sur les bords, puis on délaye au milieu le levain avec de l'eau chaude et une partie de la farine. On laisse reposer une nuit, et, le lende-

main, on recommence à délayer cette première pâte, en y introduisant peu à peu le reste de la farine; on brasse et on pétrit le tout avec force. On ajoute ordinairement, avant le pétrissage, un peu de sel, pour relever le goût du pain.

Le pétrissage étant terminé, on divise la pâte en *pâtons*, dont chacun doit former un pain; on place ces pâtons dans des corbeilles garnies de toiles grossières, on les saupoudre d'un peu de farine, et on les laisse pendant quelque temps abandonnés à eux-mêmes, à une douce température. C'est alors que la fermentation se développe surtout : le ferment agit chimiquement sur les matières amylacées ou sucrées de la farine et les transforme partiellement en alcool et en acide carbonique; les gaz boursoufflent la pâte, la soulèvent, et lui donnent cette porosité intérieure qui rend la digestion du pain plus facile.

Quand on juge que les pains ont suffisamment fermenté, on les introduit dans un four chauffé à l'avance, à environ 300°, avec du bois bien sec ou des broussailles. La fermentation est immédiatement arrêtée, et il se produit à la surface du pain une croûte provenant de la torréfaction de la pâte.

Depuis plusieurs années, on a introduit de grands perfectionnements dans la fabrication du pain par l'emploi de pétrins mécaniques, qui remplacent le travail si pénible du pétrissage à bras d'homme, et de fours aérothermes, qui opèrent une cuisson plus uniforme.

La farine de bon blé absorbe les deux tiers de son

poids d'eau, dont la moitié disparaît à la cuisson. Avec 100 kilog. de farine, on peut donc obtenir 133 kilog. de pain, ce qui fait à peu près 1 kilog. de pain par kilog. de blé, puisque 100 kilog. de blé fournissent en moyenne 73 kilog. de farine.

DU SUCRE.

105. — Le *sucre* est une substance soluble dans l'eau, douée d'une saveur douce et agréable, et jouissant de la propriété de se convertir par la fermentation en alcool et acide carbonique.

Le sucre était connu des anciens qui ne l'employaient qu'en très-petite quantité et comme médicament; il y a 200 ans à peine, il se vendait seulement chez les pharmaciens, à un prix très-élevé. Il est entré de nos jours pour une si large part dans l'alimentation qu'on peut le considérer comme une denrée de première nécessité. Les progrès réalisés dans la fabrication du sucre sont très-considérables; aussi, malgré les droits énormes que prélève l'État, le prix du sucre est descendu à un chiffre très-faible qui le rend accessible aux classes les plus pauvres de la population.

Le sucre ne jouit pas de propriétés nutritives, et il ne peut par conséquent, lorsqu'il est employé seul, servir à la nourriture de l'homme. Pris modérément avec d'autres substances alimentaires, il constitue une matière bienfaisante; l'abus en serait nuisible pour la santé, car on a constaté qu'il échauffe, qu'il produit des ulcérations dans la bouche et qu'il peut même

développer le scorbut. En raison de ses facultés conservatrices, il forme la base d'une foule de produits pharmaceutiques et alimentaires, tels que les sirops, les conserves, les confitures, etc.

Les chimistes distinguent différentes espèces de sucre, car ils donnent ce nom à toute matière susceptible de se transformer par la fermentation en alcool et acide carbonique, même quand elle ne peut entrer dans la préparation des aliments. Nous allons examiner rapidement ces différentes espèces, qui sont au nombre de quatre, et qui possèdent chacune une individualité propre.

1° Le *sucre ordinaire,* auquel s'applique ce que nous avons dit précédemment, existe dans le suc d'un grand nombre de végétaux, comme la canne à sucre, la betterave, le navet, la carotte, le melon, etc.;

2° Le *sucre de raisin,* que l'on appelle aussi *glucose* (1), se rencontre dans les fruits sucrés qui présentent en même temps une saveur acide, comme les raisins, les groseilles, etc. C'est cette matière qui constitue la poussière blanche que l'on remarque à la surface des raisins secs; c'est elle qui donne au miel des abeilles sa saveur sucrée; c'est elle aussi qui se forme dans l'urine des malades affectés de la maladie connue sous le nom de *diabète;*

3° Le *sucre de lait* est celui qui donne au lait sa saveur douce. On l'obtient en coagulant le lait par une matière acide et l'évaporant;

(1) *Glucose,* du grec *glucus,* doux.

4° Enfin le *sucre incristallisable* est la matière sucrée qui existe dans les fruits à saveur franchement acide, tels que les poires, les pommes, etc., et qui coexiste même avec le sucre de raisin dans d'autres fruits. Tandis que les autres sucres peuvent cristalliser, celui-ci forme un liquide épais qu'on n'est pas encore parvenu à transformer en sucre ordinaire.

106. — Pendant longtemps, le sucre ordinaire a été extrait exclusivement de la canne à sucre; cette opération se pratique encore, surtout dans les Indes et en Amérique. Les tiges de canne sont écrasées entre des cylindres en fer, et le jus que l'on obtient est chauffé dans une chaudière en cuivre avec un peu de chaux; il se forme une écume que l'on enlève au fur et à mesure. Après avoir concentré ce jus par la chaleur, on le filtre à travers une étoffe de laine, et il se prend par le refroidissement en une masse cristalline que l'on sèche et qui est connue sous le nom de *cassonade* ou de *sucre brut*. Ce sucre est ensuite raffiné comme le sucre de betterave.

La plus grande partie du sucre que l'on consomme actuellement en Europe est extraite de la betterave. C'est le blocus continental qui a donné naissance à l'importante fabrication du sucre de betterave; on sait que cette mesure, décrétée par Napoléon Ier, le 21 novembre 1806, avait pour but d'exclure complètement les Anglais du continent européen, et d'entraîner la ruine de leur commerce en les empêchant d'écouler les produits de leur industrie; le sucre de

canne, dont ils nous approvisionnaient, venant à manquer, les chimistes se mirent à l'œuvre et cherchèrent à le remplacer par une autre matière.

Déjà en 1747, le chimiste allemand Margraff avait signalé dans la racine de la betterave une substance sucrée, cristallisable, et identique avec le sucre de canne, et, vers la fin du siècle dernier, on avait fait quelques tentatives pour utiliser cette découverte. Mais le mauvais outillage et les conditions défectueuses dans lesquelles se firent les essais amenèrent à des prix de revient trop élevés, et l'on dut abandonner cette première idée.

On ne réussit guère à fabriquer le sucre de betterave qu'en 1812, après les recherches de MM. Delessert et Thiéry. Les évènements de 1814 et de 1815 portèrent un coup funeste à cette industrie, qui ne se releva que vers 1822. Depuis cette époque, elle est entrée dans une période de prospérité presque ininterrompue, et l'on peut dire qu'elle est arrivée maintenant à un assez grand degré de perfection.

Si l'Allemagne peut revendiquer l'honneur de la découverte du sucre de betterave, c'est à la France que revient celui d'avoir tiré parti de cette découverte et d'en avoir fait l'objet d'une des industries agricoles les plus importantes.

107. — La betterave est une plante originaire du midi de l'Europe, dont il existe un grand nombre d'espèces. L'espèce la plus anciennement connue est la *disette,* qui est cultivée pour la nourriture des bes-

tiaux. Celle que l'on exploite de préférence pour la fabrication du sucre est la *betterave de Silésie,* à chair claire, à peau blanche et à collet rose ; c'est en effet la plus riche, la plus facile à travailler et celle qui se conserve le mieux après sa récolte.

La betterave vient à peu près dans toute espèce de terrain; elle se plaît mieux cependant dans les sols légers, substantiels, profonds, légèrement humides en été. Elle exige de grands soins de culture, et il faut sarcler fréquemment pour la débarrasser des herbes parasites. On a remarqué que plus la racine de la betterave est volumineuse et plus elle sort du sol, moins elle est sucrée. On doit donc tendre à obtenir des racines aussi petites que possible, et c'est pourquoi il faut semer dru.

Le rendement de l'hectare semé en betteraves varie beaucoup avec la richesse du sol et avec les années ; dans le département des Ardennes, il est en moyenne de 40,000 kilog., feuilles et racines; le poids de ces dernières est environ les 3/4 du poids total, soit 30,000 kilog. Le prix de vente est de 18 fr. les 1,000 kilog. de racines.

Les betteraves doivent être arrachées en octobre, époque où leur richesse en sucre est la plus grande. Voici quelle est alors leur composition moyenne :

Eau..................................	83 5
Sucre................................	10 5
Matières organiques et sels minéraux.....	6 0
	100 »

On a soin de mettre à part toutes les racines qui ont éprouvé quelque contusion ou lésion pendant l'arrachage, parce qu'elles ne se conserveraient pas ; ce sont celles que l'on traite les premières à la sucrerie.

Les betteraves sont rangées en tas dans les champs, et couvertes de feuilles ; quand les gelées sont à craindre, on les met en silos. Mais il faut éviter de les laisser ainsi vieillir et on doit les traiter le plus tôt possible, la proportion de sucre qu'elles contiennent diminuant de mois en mois.

Les feuilles, séparées de la racine à la naissance de la tige, sont abandonnées sur le terrain à titre d'engrais, ou données comme aliments aux bestiaux quand on manque de fourrages verts. Le premier emploi paraît être le plus avantageux.

108. — Les betteraves, débarrassées sur place de la plus grande partie de la terre adhérente, subissent encore dans les usines un lavage qui achève de les nettoyer. Elles sont ensuite soumises à l'action d'une râpe mécanique, animée d'une grande vitesse, et munie de dents aiguës et serrées qui la déchirent et la transforment en une pulpe fine.

Cette pulpe, après avoir été additionnée d'un peu d'eau, est placée dans des sacs de laine que l'on superpose en les séparant par des plaques ou des claies métalliques. On exerce sur ce tas une pression graduée à l'aide d'une presse mue par une machine à vapeur ; on maintient la pression maximum pendant quelques minutes, puis on soumet la pulpe à une

nouvelle compression, encore plus énergique, produite par une presse hydraulique.

On extrait ainsi de la betterave 75 à 80 0/0 de jus. Comme elle contient en moyenne 94 0/0 d'eau et de sucre, on voit qu'on laisse dans la pulpe de 14 à 19 0/0 de jus; c'est une perte de près de 1/5. On a essayé de réduire cette perte par différents procédés dont aucun n'a encore réussi.

Le jus contient, en outre du principe sucré, une foule de matières étrangères dont quelques-unes sont susceptibles de fermenter et d'altérer le sucre. Aussi il faut les éliminer le plus rapidement possible; l'opération que l'on pratique dans ce but porte le nom de *défécation*. Voici en quoi elle consiste : au sortir des presses, le jus est immédiatement amené dans des chaudières à double fond, où l'on fait circuler un courant de vapeur qui le porte à la température de 75 à 80°; les matières fermentescibles sont ainsi coagulées. On ajoute ensuite un lait de chaux, après avoir fait passer le jus dans d'autres chaudières, la température étant toujours maintenue à 75° environ, et l'on agite pour bien opérer le mélange; la chaux, se combinant avec les substances étrangères, produit des écumes très-épaisses qui viennent nager à la surface du liquide.

Il y a quelques années, on n'ajoutait au jus que la quantité de chaux strictement nécessaire pour former des combinaisons insolubles avec les matières étrangères; ce procédé est encore suivi dans plusieurs usines. Maintenant on introduit à dessein un fort excès de chaux; tout le sucre se combine avec elle, et il en

résulte un sucrate de chaux inaltérable que l'on décompose ensuite en le soumettant à un courant rapide d'acide carbonique; ce gaz, se combinant avec la chaux, remet le sucre en liberté. Ce procédé nouveau, qui constitue le *traitement par saturation* ou *double carbonatation*, paraît épurer beaucoup mieux le jus sucré. L'acide carbonique est produit, par la calcination de la pierre calcaire, dans des fours qui fournissent en même temps la chaux nécessaire à la défécation.

Le jus déféqué est filtré sur du noir animal en grains qui le débarrasse d'une grande partie de ses matières colorantes, et qui enlève la chaux qu'il peut encore retenir, dans le cas où l'on suit l'ancien procédé de défécation.

On le concentre ensuite par l'action de la chaleur. Cette opération se divise en deux parties : la *concentration proprement dite* et la *cuite*.

La première partie de cette opération se fait dans des chaudières chauffées par de la vapeur qui circule dans un serpentin; on a soin de faire de nouvelles filtrations sur le noir si le liquide se trouble. La seconde a lieu dans des appareils où l'on fait le vide à l'aide de pompes à air : ces appareils sont fondés sur ce principe de physique que, quand la pression atmosphérique diminue, l'ébullition se produit à une température moins élevée. Avec ce système on obtient l'avantage d'économiser le combustible, et, ce qui est beaucoup plus important, de cuire le jus sucré à une très-basse température, et par suite d'éviter la cara-

mélisation du sucre qui pourrait être déterminée par une chaleur trop grande.

Le sirop, ainsi concentré, ne renferme plus que 1/6 de son poids d'eau ; le reste est du sucre à peu près pur.

On place le sirop dans des bacs métalliques, appelés *cristallisoirs,* où il est exposé à une température de 30 à 35°. Là il ne tarde pas à se prendre en une masse de couleur brune, qui contient différentes matières étrangères dont les principales sont les *mélasses,* espèce de sucre incristallisable. Pour purifier le sucre, on le soumet à l'action de la force centrifuge dans une *turbine;* c'est une cage portée sur un axe vertical, autour duquel on la fait tourner avec une vitesse très-grande, qui dépasse souvent 1,200 tours par minute ; le sucre est projeté contre les parois de la cage, et la mélasse s'écoule à travers le tissu métallique ; dans quelques turbines, les parois sont pleines, et alors la mélasse sort par une ouverture pratiquée dans le centre. En jetant de temps en temps sur les cristaux un peu d'eau saturée de sucre, on les blanchit et on les transforme en une poudre blanche qui peut entrer immédiatement dans la consommation. Mais il ne faut pas abuser de ce moyen qui a l'inconvénient de redissoudre une partie des cristaux produits et de les faire passer dans les mélasses.

109. — Le sucre brut est livré aux raffineurs qui achèvent de le purifier. Le procédé généralement suivi consiste à redissoudre le sucre dans le moins

d'eau possible, à clarifier et à décolorer complètement ce sirop par l'addition de noir animal et de sang de bœuf, à le cuire dans le vide après filtration et à le faire cristalliser en pains dans des formes. On complète l'opération en faisant passer du sirop à travers le pain, pour dissoudre les quelques matières étrangères qui peuvent y rester.

Le raffinage du sucre ne se fait pas dans le département des Ardennes.

110. — La fabrication du sucre de betterave donne lieu à des résidus qui, tous, peuvent être utilisés.

Nous avons déjà dit que les feuilles peuvent servir d'engrais sur les terres, ou d'aliments aux bestiaux. Nous ajouterons que 10,000 kilog. de feuilles correspondent à peu près à 12,000 kilog. de fumier, si l'on prend pour base de comparaison la proportion d'azote contenue.

Les boues provenant du lavage des betteraves à l'usine ne sont pas non plus des matières à dédaigner; elles contiennent en effet des queues de racines et différentes substances organiques ou ammoniacales qui les rendent propres à être employées comme engrais.

La pulpe épuisée est réservée pour la nourriture des bestiaux. Elle constitue un aliment salubre qui renferme encore un peu de sucre non décomposé ou en voie de décomposition. On la vend aux cultivateurs à raison de 10 ou 12 fr. les 1,000 kilog.

Les écumes provenant de la défécation contiennent encore du jus que l'on extrait en grande partie par

une forte compression et que l'on repasse dans des chaudières. La matière qui reste dans la presse est constituée surtout par de la chaux, libre ou carbonatée, mélangée de substances organiques. Elle est employée très-avantageusement comme engrais pour toutes sortes de cultures, surtout pour le blé et la betterave ; elle agit notamment sur les terres argileuses et froides, qui manquent de calcaire. Dans le département des Ardennes, on l'emploie à la dose, peut-être exagérée, de 35 à 40 mètres cubes par hectare. Le mètre cube se vend de 3 à 5 fr.

Le noir animal, qui, comme nous le verrons plus loin, se fabrique avec les os, doit son emploi à la propriété remarquable qu'il possède de décolorer les liqueurs. Lorsqu'il a servi à la clarification du jus et du sirop, ses pores sont obstrués, et il ne peut plus produire d'effet qu'à la condition d'être *revivifié*. Pour cela on le débarrasse des matières solubles par des lavages à l'eau, et des matières organiques par une calcination au rouge sombre. Après un certain nombre de revivifications, le charbon animal perd de ses propriétés ; les fabricants le livrent alors à l'agriculture au prix moyen de 7 fr. les 100 kilog.; il agit sur les terres par les phosphates et par les matières organiques azotées qu'il renferme.

Les mélasses, dont on extrait encore du sucre blanc, peuvent être employées par les distillateurs pour faire de l'alcool et les résidus donnent ensuite de la potasse. Elles servent aussi à la fabrication du caramel; souvent même on les utilise en guise de sucre.

111. — La production annuelle du sucre de betterave en France est de plus de 250 millions de kilog. Cette fabrication est à peu près concentrée dans les départements du Nord, du Pas-de-Calais, de l'Aisne, de la Somme et de l'Oise. Elle commence à se développer dans le département des Ardennes qui possède actuellement 9 usines (2 à Charleville, et les autres à Acy-Romance, Écly, Saint-Germainmont, Attigny, Douzy, Vauzelles et Châtel-Chéhéry) et qui traite environ 140 à 160 millions de kilog. de betteraves par an; on peut compter sur un rendement de 5 à 6 0/0 de sucre, ce qui correspond à une production de 8 à 10 millions de kilog. environ. Cette production est certainement destinée à s'accroître.

Dans presque toutes ces usines, à part celle de Châtel-Chéhéry qui a utilisé un ancien matériel, on a installé les procédés les plus récents de fabrication.

DE LA CHICORÉE.

112. — Lors du blocus continental, dans les dernières années du premier Empire, le prix du café devint si élevé que l'on dut chercher, parmi les produits de notre propre sol, une plante susceptible de remplacer une matière devenue aussi indispensable à la majeure partie de la population. Mais on ne fut pas aussi heureux que pour le sucre, et l'on ne put trouver aucune substance végétale qui possédât l'arôme et la saveur délicieuse de la fève d'Arabie. C'est de cette époque que date l'emploi de la chicorée, qui ne rap-

pelle le café que par l'amertume, et cependant l'usage s'en est tellement répandu que l'on en consomme en France plus de 6 millions de kilog. par an, tandis que le chiffre de consommation du café est de 25 millions.

La chicorée torréfiée est fabriquée surtout dans les départements du Nord, du Pas-de-Calais et des Ardennes. Dans notre département, il y a un assez grand nombre de petites usines ; la seule qui soit réellement importante est celle d'Attigny, activée par une machine à vapeur de la force de 12 chevaux.

La chicorée que l'on emploie dans cette industrie est une plante à fleurs bleues, à racine pivotante ; on la cultive en grand dans quelques parties du département, et on lui donne à peu près les mêmes soins qu'à la betterave. Un hectare rapporte par an de 16,000 à 18,000 kilog. de racines qui se vendent 50 fr. les 1,000 kilog.

La fabrication est très-simple. Les racines, après avoir été nettoyées avec un couteau, sont divisées en petits fragments que l'on sèche dans des tourailles ou étuves. Ces fragments, qui portent le nom de *cossettes,* sont torréfiés dans de grands brûloirs à café, mis en mouvement par la machine à vapeur ; on les pulvérise entre des cylindres, puis, après un blutage, la poudre grossière est mise en paquets. On ajoute quelquefois, après le grillage, un peu de beurre pour lustrer les cossettes et leur donner l'aspect du café brûlé.

La chicorée torréfiée se vend généralement 0 fr. 50 le kilog.

DES BOISSONS FERMENTÉES.

113. — Nous avons déjà dit que le sucre, quand on le met en présence d'une matière susceptible de développer la fermentation, se transforme complètement en acide carbonique et en alcool ou esprit de vin. C'est sur ce curieux phénomène, connu de toute antiquité, qu'est fondée la préparation de presque toutes nos boissons ; car, à part l'eau et le lait qui nous sont fournis par la nature, toutes les autres boissons sont des produits de l'industrie humaine.

Le besoin des boissons fermentées existe chez toutes les nations, et les moins civilisées possèdent une liqueur enivrante spéciale. Parmi toutes ces boissons, nous n'examinerons que le vin, le cidre et la bière, les seules qui soient d'un usage général en France.

Le vin doit avoir été inventé à une époque très-reculée, et les historiens sacrés s'accordent à regarder Noé comme le premier qui l'ait fabriqué. La bière doit également remonter à une date très-ancienne, puisque, à l'époque où vivait Moïse, elle était déjà en usage chez les Égyptiens ; nos pères, les Gaulois, en buvaient de temps immémorial. Les Hébreux ont connu le cidre.

Du Vin.

114. — Le département des Ardennes n'est pas un département vinicole ; il se trouve en grande partie au-delà de la ligne idéale qui marque la limite de la

culture de la vigne en France et qui va de Nantes à Mézières. Quoiqu'elle ne trouve pas dans ce département les conditions climatériques nécessaires à sa croissance, la vigne est cependant cultivée, mais sur une faible étendue, dans les arrondissements de Vouziers et de Rethel. 1,700 hectares de terre sont consacrés à cette culture; un hectare rapporte en moyenne par an 40 hectolitres de vin de médiocre qualité.

La vigne est un arbrisseau sarmenteux qui présente un très-grand nombre de variétés. Elle croît dans toute espèce de sol, et elle est d'autant plus vigoureuse que la terre où on la cultive est plus humide et plus grasse ; mais l'expérience démontre que la qualité du vin n'est nullement en rapport avec la force de la vigne qui le produit, et qu'une terre sèche, aride, composée de sable, de gravier, de cailloux, etc., est celle qui convient le mieux.

La France est le pays où l'on récolte, proportionnellement à son étendue, la plus grande quantité de bons vins. On estime à 2,170,000 le nombre d'hectares consacrés à la culture de la vigne et à 70 millions le nombre d'hectolitres de vin produits en moyenne chaque année par les 79 départements qui possèdent des vignobles. Cette production représente une valeur de plus d'un milliard de francs.

Des principes immédiats contenus dans le raisin, le plus important est le sucre; aussi, pour faire la vendange, il faut attendre que le raisin soit parfaitement mûr et contienne la plus grande quantité possible de sucre; l'époque à laquelle on vendange est

généralement la fin de septembre. Dans nos pays, le raisin parvient rarement à une maturité complète, et il ne contient presque aucun élément de fermentation spiritueuse.

Les autres principes contenus dans le raisin sont pour ainsi dire accessoires et ne font que modifier la saveur du vin plus ou moins agréablement.

115. — Les raisins cueillis sont transportés dans de grandes cuves en bois où des hommes les foulent avec les pieds ; la pulpe étant brisée, les diverses matières constitutives sont ainsi mises en contact intime. La fermentation s'établit alors, et il se dégage une grande quantité d'acide carbonique, tandis qu'il se forme de l'alcool. La masse s'échauffe ; les bulles de gaz produisent une sorte d'ébullition qui soulève les débris solides du fruit en une écume épaisse, et il en résulte une croûte qu'on appelle le *chapeau*. En même temps les matières colorantes de la pulpe se dissolvent dans le jus.

Quand le dégagement de gaz cesse et que le liquide est devenu clair, on soutire ce dernier dans des tonneaux que l'on ne bouche pas complètement, parce que la fermentation continue encore. Lorsque la fermentation est définitivement arrêtée, on soutire de nouveau le vin, et, vers le mois de mars ou d'avril, on procède au *collage* avec du blanc d'œuf; cette substance a la propriété de former avec le tannin et une partie des principes colorants un composé géla-

tineux qui entraîne, en se coagulant, les matières en suspension dans le vin.

Le marc de raisin, résidu du foulage, peut encore servir à la fabrication du vin. On l'exprime à l'aide d'une presse, et le liquide que l'on obtient est souvent mélangé avec celui qui s'est écoulé spontanément ; mais, comme le vin produit par cette opération renferme toujours des principes âcres que l'expression a enlevés aux rafles et aux pépins, on ne fait pas ce mélange si l'on veut obtenir du vin d'une qualité supérieure.

On fait quelquefois de la *piquette* avec le marc définitif qu'on délaye dans un peu d'eau et qu'on soumet à une nouvelle pression. C'est un vin très-faible et qui s'aigrit facilement.

Si l'on veut fabriquer du vin blanc, on se sert de raisins blancs ; mais on peut aussi employer des raisins rouges. Dans ce dernier cas, au lieu de laisser fermenter le moût sur son marc, on le soutire, dès que le grain est écrasé, afin qu'il ne dissolve pas la matière colorante de la pellicule. Comme le vin blanc contient peu de tannin, on le colle avec de la colle de poisson qui se coagule plus facilement.

La composition du vin consiste en une grande quantité d'eau, en sucre et matières dérivées, en matières colorantes, en alcool, tannin, acides, quelques sels minéraux et autres principes divers. L'alcool donne au vin sa force et sa propriété enivrante ; il dérive du sucre, et n'existe jamais tout formé dans le raisin. Le tannin, qui vient de la rafle, des pépins et des pelli-

cules, donne de l'âpreté ; c'est à ce principe qu'il faut rapporter la plus ou moins longue conservation du vin. Les acides communiquent de la verdeur.

Quant au parfum, ou *bouquet* du vin, si apprécié des gourmets, c'est une matière très-complexe qui participe de la nature des éthers et des huiles essentielles et qui, en raison de sa faible proportion, a échappé jusqu'ici aux recherches des chimistes.

Du Cidre.

116. — On fait du cidre dans quelques cantons des arrondissements de Rethel et de Vouziers ; la production annuelle, pour tout le département, est à peu près de 50,000 hectolitres, à 8 fr. l'hectolitre en moyenne. La consommation locale absorbe presque tout ce produit ; une partie cependant est vendue à des fabricants de vins de Champagne.

On se sert surtout, pour la préparation du cidre, de pommes, et plus rarement de poires. Dans les vergers ou les terrains vagues, où l'on ne compte pas sur la récolte du sol, on plante en général 200 pommiers ou poiriers par hectare. Mais, pour les terres que l'on cultive, on ne dépasse pas 100 pieds d'arbre, et on les espace suffisamment pour que les emblavures aient de l'air et du soleil. Le plus souvent, les arbres sont plantés en lignes sur les limites des parcelles ou le long des chemins. Il faut avoir soin de les élaguer convenablement et de détruire le gui parasite qui les envahit fréquemment. C'est à l'âge de 25 ou 30 ans

qu'un arbre à cidre atteint son maximum de rendement, qui est de 10 à 12 hectolitres de fruits dans les années d'abondance. Il faut environ 2 hectolitres 1/2 de pommes pour faire 1 hectolitre de cidre, et 2 hectolitres de poires pour 1 hectolitre de poiré.

117. — La récolte des fruits se fait par un temps sec, à la fin de septembre, ou pendant les mois d'octobre et de novembre ; ce dernier mois est même l'époque la plus favorable, parce que alors les fruits sont bien mûrs. On les abandonne quelque temps en tas en plein air pour compléter leur maturité, puis on les écrase entre des cylindres broyeurs en fonte ; quelquefois on se sert dans ce but d'une meule en bois tournant sur champ dans une auge circulaire.

On obtient ainsi une pulpe imprégnée de jus, que l'on reçoit dans des cuves en bois, où on la laisse macérer quelques jours, avant de la soumettre à la presse, quand on veut obtenir un cidre de bonne qualité ; cette macération charge en effet le jus d'une certaine quantité de matières extractives qui, tout en donnant au cidre une belle couleur ambrée, en assurent la conservation par le tannin qu'elles contiennent. Lorsqu'on passe immédiatement la pulpe à la presse, le cidre est de couleur pâle et il s'aigrit facilement ou *file*, c'est-à-dire qu'il prend en coulant l'aspect d'un liquide oléagineux.

La presse dont on fait usage est un pressoir ordinaire à vis. On entasse sur la table la pulpe, par couches successives séparées par des lits de paille qui

la maintiennent et facilitent l'égouttement; puis on exerce une forte compression soit à bras d'homme, soit à l'aide d'un manége.

Le liquide qui s'écoule est recueilli dans des tonneaux, qu'on place dans les celliers où doit s'opérer la fermentation. L'acide carbonique qui se produit s'échappe en entraînant un peu de cidre qu'on laisse en général s'écouler sur le sol. Quand la fermentation est arrêtée, il convient de soutirer le cidre pour le conserver clair et de bon goût; les amateurs le soutirent même plusieurs fois à certains intervalles.

Le cidre bien fait peut se conserver en cercles deux ou trois ans, et en bouteilles cinq ans et plus. On ne doit le mettre en bouteilles que quand il est resté un certain temps en fût, sans quoi il se produirait trop de gaz et le verre résisterait difficilement à la pression.

Les marcs ou *aines*, sont souvent retaillés, humectés d'un peu d'eau et repressés; ils donnent ainsi un cidre léger, dit *retaille*. On les utilise quelquefois pour la nourriture des bestiaux; mais le plus souvent on les laisse en tas pendant une année, pour les réduire en une sorte de terreau qu'on porte sur les terres; pour ce dernier usage, il serait très-avantageux de les mêler avec de la chaux qui désagrègerait la masse et en neutraliserait l'acidité.

De la Bière.

118. — La bière est une boisson fermentée que l'on fabrique avec de l'orge et la fleur de houblon. On emploie quelquefois d'autres grains; ainsi la bière de

Louvain, en Belgique, doit son goût particulier à l'avoine ; mais l'orge est le plus généralement préférée, à cause de son prix peu élevé.

La bière est une boisson rafraîchissante, saine et nourrissante, que l'on consomme à peu près exclusivement dans les pays du Nord ; à Londres par exemple, la consommation locale s'élève annuellement au-delà de 250 millions de litres. Dans le département des Ardennes, c'est la boisson la plus usitée.

Pour fabriquer la bière, on place d'abord les grains d'orge dans de grands bassins avec de l'eau ; lorsqu'ils sont bien gonflés sous l'influence de l'humidité, on les porte dans une cave ou cellier dont la température est d'environ 15° et on les y laisse de 10 à 20 jours, suivant la saison, jusqu'à ce que la germination se développe ; il faut avoir soin de remuer la masse afin de renouveler l'air.

Quand l'orge est bien germée, on la porte dans une étuve à courant d'air chaud, appelée *touraille;* la chaleur arrête immédiatement la germination. En tamisant les grains, on en sépare les petites radicelles, ou *touraillons,* que la dessiccation a rendues très-cassantes. L'orge est ensuite réduite en poudre grossière entre des meules horizontales et donne le *malt.*

Le malt n'est plus de l'orge ; sous l'influence de la germination, il s'est développé dans la graine un principe sucré qui doit servir de base à la préparation de la bière. On le porte dans de grandes cuves en bois, munies d'un double fond percé d'un grand nombre de trous, et l'on fait arriver de l'eau chaude par ce double

fond. On *brasse,* c'est-à-dire que l'on remue fortement le mélange avec des espèces de fourches. Au bout d'un certain temps, on fait arriver de l'eau plus chaude, presque bouillante; on brasse de nouveau; puis, après avoir laissé le tout en repos pendant quelques heures, on fait écouler le liquide sucré, ou *moût,* dans un réservoir.

On épuise encore deux fois le malt par l'eau bouillante; le premier liquide obtenu est mêlé à celui que l'on a préparé précédemment; le second sert à fabriquer de la petite bière.

On fait bouillir le moût, avec du houblon, dans des chaudières, que l'on couvre pour éviter la perte de l'huile essentielle qui donne à la bière son arôme. Il passe, de ces chaudières, dans des cuves larges et peu profondes où il se refroidit; pour obtenir un refroidissement rapide, on emploie quelquefois des appareils d'un système particulier.

Quand le moût est refroidi, on le verse dans une cuve appelée *guilloire,* et on y ajoute une certaine quantité de levûre qui varie suivant la saison. C'est alors que la fermentation s'opère; elle s'achève dans des tonneaux dont on laisse les bondes ouvertes. Il se forme une écume épaisse que l'on recueille et que l'on exprime fortement dans des sacs; c'est cette écume qui constitue la *levûre de bière.*

On distingue différentes espèces de bières. La *bière de mars* est celle que l'on fabrique dans le mois de mars; c'est à cette époque que se trouvent réunies les conditions les plus favorables à la germination. La

bière de garde contient la plus forte proportion de houblon, et par conséquent se conserve mieux. La *petite bière* est celle que l'on fait avec le malt épuisé.

La fabrication de la bière laisse des résidus qui sont utilisés par l'agriculture. Le houblon épuisé et les touraillons servent d'engrais; la *drèche*, malt complètement épuisé, est employée pour la nourriture des animaux.

DE L'EAU-DE-VIE ET DES ESPRITS.

119. — On attribue aux Arabes la découverte de l'art d'extraire l'alcool du vin et des autres boissons fermentées. Pendant longtemps, on n'employa qu'en médecine ce liquide qu'on croyait doué de propriétés merveilleuses et qu'on regardait comme une panacée universelle; c'est ce qui justifie le nom d'*aqua vitæ*, ou eau-de-vie, qui lui fut donné par les alchimistes. Mais, en présence des effroyables ravages que cause à notre époque l'abus de l'alcool, on pourrait bien changer son nom en celui d'*eau-de-mort;* la statistique prouve en effet qu'il succombe chaque année 50,000 personnes en Angleterre, et 100,000 en Russie, sous l'influence de cette funeste boisson.

Dans l'origine, on se servit exclusivement de vin pour la préparation de l'eau-de-vie; mais toutes les boissons fermentées, et les matières sucrées dans lesquelles s'est développée la fermentation, sont propres à donner de l'alcool par la distillation. On peut aussi en extraire des matières amylacées, car on sait que

l'amidon qu'elles renferment peut, par une suite de réactions chimiques fort simples, se transformer en sucre. Ainsi on utilise, pour la fabrication de l'alcool, la bière, le cidre, le poiré, les marcs de raisin ou de pomme, les moûts d'orge et de pomme de terre, les betteraves, les mélasses de sucreries, les fruits sucrés, etc.

Le liquide qui passe à la distillation n'est pas de l'alcool chimiquement pur; c'est un mélange en proportions variables d'eau et d'alcool pur. Ce dernier, auquel on donne aussi le nom d'*alcool absolu,* est d'une saveur brûlante et produit l'effet d'un poison sur l'économie animale; on ne le prépare que très-rarement et pour certaines opérations de laboratoire.

L'alcool a une densité inférieure à celle de l'eau. En s'unissant à celle-ci, il augmente de densité, et d'autant plus que la proportion d'eau est plus considérable. C'est sur ce principe qu'est fondé l'emploi des aréomètres pour déterminer la teneur des esprits en alcool pur. L'aréomètre de Cartier a été pendant longtemps le seul employé; maintenant on se sert de préférence de l'alcoomètre de Gay-Lussac, gradué en 100 degrés, et dont les indications sont plus précises. Cet appareil, plongé dans l'eau, marque 0°, et dans l'alcool pur 100°. L'eau-de-vie ordinaire est généralement à 49°, et l'esprit connu sous le nom de *trois-six* à 84°; cela signifie que ces esprits contiennent respectivement 49 et 84 0/0 d'alcool pur.

120. — Lorsqu'on veut faire de l'eau-de-vie avec

des marcs de raisin, on se sert d'un simple alambic ordinaire. On chauffe les matières dans une chaudière en cuivre, et les vapeurs qui se produisent passent dans un tube contourné en spirale, ou *serpentin;* ce tube, plongé dans un vase plein d'eau froide que l'on renouvelle au fur et à mesure, condense les vapeurs. On obtient ainsi de l'eau-de-vie qui possède un goût empyreumatique, dit *goût de feu,* très-prononcé; on peut le faire disparaître en partie en distillant de nouveau l'eau-de-vie. Si l'on avait la précaution de munir la chaudière d'un double fond que l'on remplirait d'eau, on éviterait ainsi le contact direct du feu et par suite le goût désagréable des substances empyreumatiques serait beaucoup moins fort. Les résidus qui se trouvent dans l'appareil après l'opération constituent un aliment pour les bestiaux ou un engrais pour les terres.

On procède de la même manière pour la distillation des marcs de pommes.

Dans les cantons riches en arbres fruitiers, comme ceux de Tourteron et de Novion, on fait du *kirsch* avec des cerises, auxquelles on ajoute quelquefois des prunes ou même quelques pommes. Tous ces fruits sont introduits dans des tonneaux où on les laisse fermenter, et on distille ensuite le tout comme les marcs de raisin. L'eau-de-vie que l'on fabrique de cette manière est d'assez médiocre qualité, et elle possède aussi un goût empyreumatique désagréable.

121. — A Renwez et à Lonny, on traite annuelle-

ment de 5,000 à 6,000 tonnes de betteraves avec lesquelles on fabrique environ 2,000 hectolitres d'alcool à 95° centésimaux.

Les betteraves, après avoir été lavées, sont découpées en cossettes très-minces par un coupe-racines. On introduit ces cossettes dans une cuve à macération, on les asperge avec de l'acide sulfurique étendu d'eau, pour saturer les matières alcalines qui s'opposeraient à la fermentation, et l'on y fait arriver de l'eau bouillante, ou, lorsque le travail est déjà établi, de la *vinasse* (1) chauffée à 100°.

Le jus, soutiré au bout d'une heure, passe dans une seconde cuve contenant la même quantité de cossettes que la première, puis dans une troisième contenant encore des cossettes et de laquelle il sort enfin pour être soumis à la fermentation.

La première cuve reçoit une nouvelle charge de vinasse qui passe ensuite dans les deux autres, et enfin une troisième qui, après avoir été soutirée, est chauffée jusqu'à l'ébullition pour servir de macérateur dans une autre opération. Les cossettes épuisées qui restent au fond de cette cuve sont données en nourriture aux bestiaux. On les remplace par des cossettes fraîches, sur lesquelles on fait arriver le jus de la seconde cuve, et le travail continue de la même manière.

On voit comment se fait l'opération. Chacune des cuves fonctionne à tour de rôle comme a fonctionné

(1) La *vinasse* est le résidu liquide d'une première distillation.

la première, et reçoit une nouvelle charge de cossettes au bout de trois macérations successives.

Pour faire fermenter le jus sucré, on l'introduit dans une cuve à fermentation avec de la levûre de bière ; on amène successivement dans cette cuve tous les jus que donnent les macérations pendant un jour. Le lendemain et les jours suivants, on répartit le liquide entre d'autres cuves dans lesquelles on verse également du jus de macération. Avec cette méthode, on a ainsi des cuves dans lesquelles la fermentation est à différents degrés d'avancement : dans la première elle est terminée, dans la seconde elle s'achève, dans la troisième elle est en train, et dans la quatrième elle commence.

Quand le jus a complètement fermenté, il ne reste plus qu'à le distiller pour en séparer l'alcool qui s'y est formé. Mais comme il contient une grande quantité d'eau, on ne peut opérer dans un alambic ordinaire ; l'esprit obtenu serait trop faible, et il faudrait le distiller encore plusieurs fois pour le concentrer et par conséquent consommer beaucoup de combustible. Pour éviter cet inconvénient, on a inventé des appareils très-ingénieux à distillation continue, dans lesquels on fait servir le jus qui doit être distillé à la condensation des vapeurs d'alcool, utilisant ainsi, pour l'échauffement du jus, toute la chaleur que ces vapeurs emportent avec elles en sortant de la chaudière. A l'aide de ces appareils, on peut obtenir à volonté, du même coup, de l'eau-de-vie marquant 50 à 55°, ou de l'alcool à 95°.

122. — Dans quelques petites usines du département et dans quelques exploitations rurales, on utilise le seigle, l'orge, le blé, pour la fabrication de l'alcool; les résidus que l'on obtient sont excellents pour l'engraissement des bestiaux. Dans ce cas, on prépare de l'orge maltée comme pour le brassage, et on en ajoute environ 20 kilog. à 100 kilog. de grain concassé ou réduit en farine; on délaye dans de l'eau, puis, quand le mélange est bien homogène, on fait arriver peu à peu de l'eau bouillante pour échauffer la masse, en continuant d'agiter; on couvre la cuve et on abandonne la liqueur à elle-même pendant quelques heures. La saccharification du grain s'effectue; on met alors en levain en ajoutant de la levûre de bière; puis, lorsque la fermentation est terminée et que le sucre est transformé en alcool, on peut distiller dans un appareil à distillation continue. 100 kilog. de grains fournissent environ 29 litres d'alcool à 95°.

Avec la fécule de pommes de terre, on opère de la même manière. Quelquefois on fait cuire les tubercules à la vapeur et on les réduit en bouillie claire; d'autres fois on les transforme en pulpe par le râpage.

123. — Les esprits de betterave, de grain, de pomme de terre, etc., ont toujours un goût âcre très-désagréable dû à des huiles essentielles; on élimine en partie ces dernières par la *rectification*. Cette opération, qui se fait dans un appareil analogue à l'appareil distillatoire, est fondée sur la différence de volatilité de l'alcool et des huiles odorantes qui ne

bouillent, en général, qu'à des températures bien supérieures à 100°.

DES MATIÈRES TEXTILES.

124. — Les *matières textiles* sont des matières qui peuvent être divisées en fibres propres à la confection des tissus. Elles sont fournies par un certain nombre de végétaux, dont les plus importants sont le coton, le chanvre et le lin. Nous allons examiner ces deux derniers, qui sont cultivés dans le département des Ardennes.

Le lin est une jolie plante annuelle à fleurs bleues, originaire d'Asie, qui réussit surtout dans les sols sablonneux, profonds et frais, à sous-sol perméable; les terres sur lesquelles on le cultive doivent être assez fertiles et recevoir de fréquentes fumures, car il se développe rapidement et il enlève au sol une grande partie de ses principes nutritifs. Cette culture demande beaucoup de soins et de main-d'œuvre; mais aussi c'est une des plus rémunératrices.

Le chanvre est une plante *dioïque* (1), annuelle, à tige droite et à racine pivotante, qui est également originaire d'Asie. Elle demande à peu près les mêmes sols et les mêmes soins de culture que le lin; elle est seulement moins exigeante pour le sarclage, en raison de la vigueur de sa végétation.

(1) Une plante *dioïque* (du grec *dis*, deux, et *oikia*, habitation) est une plante dont les fleurs mâles se trouvent sur des tiges distinctes de celles qui portent les fleurs femelles; ces dernières produisent seules la graine, les autres fécondent.

Aussitôt que le chanvre mâle a fécondé la fleur, il est mûr et doit être arraché. Le chanvre femelle continuant à végéter jusqu'à la maturité de la graine, sa tige acquiert plus de force, sa fibre plus de dureté, et on ne peut en tirer parti que dans les carderies. L'erreur populaire qui consiste à appeler chanvre mâle l'individu femelle, et réciproquement, vient sans doute de ce que le cultivateur, au lieu de s'en rapporter aux organes, envisage la force des tiges.

Pour les botanistes, la différence entre le lin et le chanvre est très-grande; mais, pour les industriels, le lin n'est pas autre chose que du chanvre fin. La finesse des fibres de chanvre se chiffre par 25 à 30 fibres au millimètre; celle des fibres de lin par 45 ou 55 au millimètre.

L'importance de la culture de ces plantes consiste surtout dans ce qu'elles peuvent être cultivées et préparées par les familles les plus pauvres. Le chanvre, étant la plante textile la plus robuste et celle qui donne les produits les plus abondants et les plus utiles à toutes les classes de la société, est naturellement la plus répandue. La statistique officielle en accuse, pour toute la France, 176,148 hectares, dont 1,640 pour notre département. Le nombre d'hectares livrés en France à la culture du lin est de 98,242; 270 seulement appartiennent aux Ardennes.

Sur un hectare, on obtient environ 600 à 900 kilog. de filasse de chanvre, quand on cultive la grande variété, et 5 hectolitres de graines rendant 22 0/0 d'huile. Le petit chanvre produit 250 kilog. de filasse,

dont la valeur est plus élevée que celle du grand chanvre, et en outre 7 à 8 hectolitres de graines. Le produit d'un hectare planté en lin est d'environ 450 kilog. de filasse et 5 à 6 hectolitres de graines.

125. — Le lin se récolte en juillet et dans la première quinzaine d'août. Lorsqu'il est convenablement desséché, on le soumet d'abord à l'*égrenage :* on en prend des poignées que l'on frappe sur un peigne à longues dents en fer, pour en détacher les capsules; en battant légèrement ces dernières sur une toile avec un fléau léger, on fait sortir les graines; on peut encore frapper les tiges sur un tonneau. Si les graines sont destinées à servir de semence, il vaut mieux ne pas les faire sortir des balles et les rentrer immédiatement dans un grenier bien sec; de cette manière, elles conservent mieux leur faculté germinatrice.

Les fibres textiles qui constituent la tige du lin sont agglutinées par une matière gommeuse et résineuse qu'il est essentiel de détruire afin de les séparer. C'est dans ce but qu'on pratique l'opération du *rouissage.* Il existe divers procédés agricoles de rouissage : à la rosée et à l'eau.

Le rouissage à la rosée, ou *rosage,* se fait du mois d'août au mois d'octobre. On étend les tiges sur une prairie dont l'herbe est serrée et courte, et on les retourne fréquemment sans les mêler. Quand la matière ligneuse, que l'on appelle la *chènevotte,* se détache facilement, on en conclut que l'opération est terminée; elle dure de 30 à 40 jours, suivant la saison. On ob-

tient ainsi 17 à 18 0/0 de filasse douce, fine et moelleuse, mais pas très-forte.

Le plus fréquemment, le rouissage se fait à la rivière ou à la mare ; les lieux où l'on rouit se nomment *routoirs*. Les tiges, réunies en bottes, sont placées dans l'eau, et on les y abandonne jusqu'à ce qu'elles commencent à éprouver une fermentation qui se manifeste, surtout dans les eaux stagnantes, par une odeur très-désagréable. Dans nos climats, il faut à peu près 8 jours en août, 12 en septembre et 15 en octobre pour cette opération. Au sortir du routoir, on laisse sécher les bottes à l'air.

Le rouissage est une opération dangereuse pour la salubrité publique, car un routoir est un véritable foyer d'émanations putrides. On évite en partie ce grave inconvénient en se servant d'eau chaude ; l'opération se fait en outre plus rapidement et l'on obtient un lin très-blanc.

Le rouissage du chanvre se pratique comme celui du lin. Le rosage ne doit être considéré que comme un pis-aller et il n'est employé que dans les localités dépourvues d'eau ; à la vérité, il a l'avantage de n'être pas insalubre, mais il dure très-longtemps, et, s'il réussit à peu près pour le lin dont la tige est courte et grêle, il ne réussit que très-imparfaitement pour le chanvre qui a une tige longue et forte.

Les eaux les plus limpides ne sont pas les meilleures pour le rouissage ; celles qui conviennent le mieux sont les eaux peu calcaires, qui cuisent bien les légumes et dissolvent facilement le savon.

126. — Les opérations auxquelles on soumet ensuite le lin et le chanvre ont pour but de détacher les matières étrangères, rendues friables par la dessiccation qui a suivi le rouissage, et d'isoler les fibres.

On commence par passer les tiges dans un outil très-simple, appelé *broie,* espèce de couteau de bois mobile autour d'un point placé à l'une de ses extrémités et à l'aide duquel on les broye. Avec une palette en bois mince, on fait tomber la chènevotte broyée, et il ne reste plus qu'à peigner la filasse ainsi mise à nu. On la divise ordinairement en deux qualités; la plus pure est le *brin,* la plus grossière est l'*étoupe.*

Telles sont les principales opérations auxquelles on soumet le chanvre et le lin dans les campagnes. Elles sont exécutées par un grand nombre de petits propriétaires qui font le rouissage à l'arrière-saison et réservent le travail du broyage et du teillage pour les longues soirées d'hiver.

127. — Depuis quelques années, il s'est établi dans le département des Ardennes des usines, analogues à celles du département du Nord, dans lesquelles on opère la préparation du lin par des procédés mécaniques; les deux plus importantes se trouvent à Attigny et à Vouziers, et elles sont activées par des machines à vapeur.

L'installation est au reste fort simple à Attigny; il y a huit bassins dans lesquels on rouit le lin; les eaux impures, provenant de l'opération, ne sont rendues à la rivière que quand elles ont déposé dans des canaux

la plus grande partie des matières solides qu'elles tiennent en suspension; ces matières constituent un excellent engrais. Le plus souvent on se sert d'eau chauffée à 25 ou 30°. Pour broyer les tiges de lin, on les fait passer entre des cylindres cannelés; la chènevotte est enlevée par des roues armées de palettes qui tournent avec une vitesse de 200 tours à la minute.

Dans cette usine, qui occupe un personnel de 80 ouvriers, on traite environ 1,000 tonnes de paille de lin par an; avec l'outillage qu'elle comporte, on arriverait facilement au chiffre de 1,500 tonnes. La filasse se vend 150 fr. et les graines 35 fr. les 100 kil. aux usines du Nord.

DES ATELIERS D'ÉQUARRISSAGE.

128. — Dans un grand nombre de localités, les corps des animaux morts, abandonnés au milieu des champs, deviennent une source de dangers pour le voisinage, tant par les émanations infectes qu'ils dégagent, que par la production de mouches qui se nourrissent de cette chair putréfiée et dont les piqûres peuvent occasionner des affections charbonneuses.

Les cultivateurs qui sont soucieux, non-seulement de la salubrité publique, mais encore de leurs propres intérêts, enterrent ces animaux après les avoir dépecés en petits morceaux, et ils transforment ainsi une matière nuisible en un engrais énergique. Lorsqu'on dispose d'un assez grand nombre d'animaux morts et qu'un atelier d'équarrissage se trouve à proximité, le meilleur parti à prendre est de les y envoyer.

129. — Les ateliers d'équarrissage se multiplient depuis quelques années dans le département des Ardennes, au grand profit de l'hygiène publique, de l'industrie et de l'agriculture, et l'on ne saurait trop en encourager le développement. Parmi ces établissements, le plus important est celui de Dom-le-Ménil, qui s'approvisionne des animaux morts ou à abattre dans un rayon de 25 kilomètres. Voici en quelques mots quelles sont les principales opérations que l'on y pratique.

Les chairs, séparées des os, sont mises avec de l'eau dans de grandes chaudières que l'on chauffe à feu nu; dans quelques autres établissements, le chauffage se fait à la vapeur. On obtient ainsi de l'huile et une graisse noire qui viennent nager à la partie supérieure et que l'on enlève à l'aide de cuillers; ces produits, très-estimés pour le graissage des machines, se vendent de 1 fr. 50 à 2 fr. le kilog. L'eau qui reste dans la chaudière est un bouillon gélatineux qui constitue un excellent engrais et qui vaut 1 fr. l'hectolitre. Quant à la chair cuite, elle peut servir à la nourriture des chiens de chasse, ou bien être répandue sur le sol comme engrais, après avoir été réduite en poudre grossière.

Toutes les autres parties du corps de l'animal : la peau, les poils, les crins, la corne, les os, etc., sont également utilisées.

Les os sont surtout employés pour la fabrication du *noir animal*. On sait que ce produit, en raison de sa grande porosité, a un pouvoir désinfectant et dé-

colorant très-énergique; il retient dans ses pores les matières colorantes et les matières salines contenues dans les liquides en présence desquels on le place; c'est sur cette propriété qu'est fondée son emploi dans la fabrication du sucre.

Pour préparer le noir animal, on met les os dans des vases en fonte, fermés par un couvercle, que l'on chauffe dans une espèce de four de boulanger muni d'une haute cheminée. Dans cette carbonisation en vase clos, la matière organique brûle incomplètement, et l'on obtient un charbon très-divisé, mélangé de beaucoup de matières minérales, qui se vend en moyenne 18 à 22 fr. le quintal. Il ne reste plus qu'à le réduire en poudre ou en grains.



CHAPITRE III.

INDUSTRIE FORESTIÈRE.

130. — Après les substances alimentaires fournies par l'agriculture, le bois est certainement le plus précieux de tous les produits du sol. Pendant longtemps il a constitué le seul combustible connu, et à notre époque même, où l'emploi de la houille a pris un développement si considérable, le chauffage domestique et l'industrie en consomment encore d'énormes quantités, soit à l'état cru, soit après sa transformation en charbon.

Dans la construction, le bois est un élément indispensable. Au point de vue de l'art de bâtir, il présente sur la pierre des avantages qui le font souvent préférer : il offre plus de résistance à la rupture, il est plus léger, plus économique, plus mauvais conducteur de la chaleur. En raison de cette dernière propriété, il donne les habitations les plus chaudes en hiver et les plus fraîches en été; aussi dans les contrées qui sont exposées à des froids rigoureux ou à des chaleurs excessives, les maisons sont construites entièrement en bois.

La construction des grands travaux publics et celle des navires vont aussi puiser dans les forêts de grandes quantités de bois. Enfin une foule d'industries secondaires, telles que le charronnage, la menuiserie, l'ébénisterie, la tonnellerie, la fabrication des sabots, etc., mettent en œuvre des bois de toutes espèces.

Il résulte des statistiques officielles qu'il se consomme annuellement en France plus de 58 millions de mètres cubes de bois. Les forêts qui subsistent encore sur notre territoire seraient loin de pouvoir fournir chaque année une telle quantité de bois sans s'épuiser; aussi sommes-nous obligés de demander à l'étranger une partie notable des bois nécessaires à notre industrie.

Depuis plusieurs années, nous voyons le fer se substituer insensiblement au bois dans les ponts, les écluses, les charpentes, les planchers, les vaisseaux, etc.; mais le cube que l'on économise ainsi n'est qu'une faible portion de celui que nous venons d'énoncer, et d'ailleurs il y aura toujours une foule de cas spéciaux dans lesquels le bois ne pourra être remplacé par une autre matière.

131. — Mais les forêts n'ont pas seulement pour but de fournir à notre industrie des matériaux qui lui sont indispensables; elles remplissent encore une mission providentielle sous le rapport de l'hygiène publique, du climat et du régime des eaux. On nous permettra de signaler en quelques mots l'importance de cette question.

Les forêts assainissent l'air en y apportant de l'oxygène et absorbant l'acide carbonique produit par la respiration de l'homme et des animaux. Elles jouent ainsi un rôle de premier ordre dans les phénomènes de la vie à la surface du globe, et si la végétation venait à s'anéantir subitement et complètement, tout le règne animal succomberait à son tour dans un temps donné.

L'influence des forêts sur le climat ne peut être mise en doute, et il est bien prouvé que depuis deux ou trois siècles le régime météorologique de la France a subi de très-grandes variations dues au déboisement. La température n'est plus aussi uniforme, les vents sont moins réguliers, les orages sont plus nombreux, les pluies continues ont disparu pour faire place à de fréquentes averses, et tous ces changements sont loin d'être favorables à l'agriculture.

L'influence que les forêts exercent sur le régime des eaux est également démontrée par l'expérience. Elles contribuent à la formation des sources, d'abord parce qu'elles condensent les vapeurs et qu'elles produisent de l'humidité, ensuite parce qu'elles opposent des obstacles de toute nature à la fonte des neiges et à l'évaporation de l'eau qui se trouve dans le sol. C'est encore par suite de cette dernière propriété qu'elles empêchent l'écoulement trop rapide des eaux et régularisent le débit des rivières; si l'on n'avait pas défriché un aussi grand nombre de forêts, les inondations ne seraient pas aussi fréquentes ni aussi désastreuses qu'elles le sont de nos jours.

Étendue et répartition des forêts.

132. — Les bois occupent dans le département des Ardennes une superficie d'environ 115,000 hectares, soit un peu plus du cinquième de sa superficie totale qui est de 523,587 hectares. La surface boisée, dans toute l'étendue de l'Empire français, est de 8,800,000 hectares; elle a considérablement diminué dans ces derniers siècles.

Les bois sont inégalement répartis dans le département; ils s'étendent surtout dans le nord, l'est et le sud-est. On trouve la raison de cette circonstance dans la nature du sol, qui, ainsi que nous l'avons déjà dit, est en relation intime avec la végétation.

L'Ardenne est presque entièrement couverte de bois, sauf dans quelques vallées étroites et quelques espaces situés près des villages et laissés à l'agriculture. Sur les plateaux, où l'argile compacte forme sous-sol et où les eaux n'ont presque pas d'écoulement, les terres sont toujours froides, humides, souvent marécageuses, et par suite peu fertiles; le manque d'abri ajoute d'ailleurs à l'âpreté du climat et influe d'une manière fâcheuse sur la végétation. Sur les versants, au contraire, et dans les vallées où les eaux trouvent un écoulement naturel, le sol végétal, quoique de même composition minéralogique que sur les plateaux, est beaucoup plus fertile, et, pour peu qu'il ait de profondeur, il convient particulièrement à la culture du bois.

Dans cette région, le chêne est l'essence dominante ; le bouleau s'y trouve aussi dans une assez forte proportion. Le hêtre et le charme sont rares, et on ne rencontre l'aulne et le tremble que dans les endroits marécageux et humides.

La partie centrale du département, qui appartient au terrain jurassique et où la terre végétale a une grande épaisseur, offre des forêts beaucoup plus riches que celles de l'Ardenne. Le chêne, le hêtre, le tremble sont les essences les plus répandues ; la fertilité du sol leur permet, et au chêne surtout, d'acquérir un développement considérable et des qualités supérieures. Les sols argileux paraissent préférables aux sols calcaires pour la culture du bois ; c'est sur ces premiers que se trouvent les magnifiques forêts domaniales de Belval, du Mont-Dieu et de Signy-l'Abbaye, la forêt communale de Beaumont et la forêt de Mazarin.

Les sables verts et la gaize présentent aussi de belles forêts. La forêt d'Argonne croît sur cette dernière roche.

Quant à la craie blanche, elle est presque entièrement nue, et on ne voit quelques bouquets d'arbres que sur les rives des rivières de la Retourne, de la Suippe, de l'Arne, etc. Depuis une quarantaine d'années, on commence à boiser le sol aride qui s'étend entre Rethel, Château-Porcien et Reims. On y plante principalement des pins, des bouleaux, des marsaults et des aulnes ; quelques-unes de ces essences réussissent assez bien.

Exploitation des bois.

133. — Il existe entre la culture des bois et la culture des champs cette différence essentielle que, tandis que la dernière donne des récoltes annuelles qui s'étendent sur la totalité des terrains mis en production, la première ne peut faire retirer chaque année du sol boisé qu'une certaine partie de ses produits. Il s'agit en effet de faire rapporter à la propriété un revenu annuel et aussi égal que possible, et en même temps d'assurer par les coupes la régénération du bois qui, comme pour les plantes cultivées par l'agriculture, ne peut se faire par des semis ou des plantations, au moins d'une manière courante.

Ce sont ces principes qui servent de base à l'exploitation des bois et qui ont donné naissance aux différentes méthodes employées. Ces méthodes varient avec les essences cultivées, avec le climat et avec la nature du sol; on en distingue trois principales : l'exploitation en *futaie pleine,* l'exploitation en *taillis* et l'exploitation en *taillis sous futaie.*

Dans la première méthode, la forêt est aménagée de manière à produire plus particulièrement des bois de fortes dimensions, dits de *haute futaie,* et à se régénérer par la semence. On éclaircit la forêt pour laisser un certain nombre d'arbres choisis atteindre leur plus grande croissance, et ceux-ci ne sont abattus que lorsqu'ils sont parvenus à un âge très-avancé qui est quelquefois de plus de 120 ans. Disons de

suite que la futaie pleine n'existe pas dans le département des Ardennes.

Les *taillis* sont des bois dont les plus âgés n'ont pas plus de 36 ans et qui sont destinés à se reproduire principalement par le rejet des souches et des racines. On les met en coupe réglée tous les 20 à 25 ans; c'est la révolution qui paraît la plus convenable et la plus avantageuse.

La méthode du *taillis sous futaie* fait participer à la fois des avantages du taillis et d'une partie de ceux de la futaie, c'est-à-dire qu'elle donne lieu à une régénération prompte et facile et à une production de bois de fortes dimensions. Dans ce but on conserve à chaque coupe du taillis un certain nombre d'arbres, appelés *baliveaux*, auxquels on laisse parcourir plusieurs révolutions.

Presque tous les bois qui couvrent l'Ardenne sont aménagés en taillis simple; un sixième environ est en taillis sous futaie et un autre sixième est en voie de conversion du régime du taillis simple à celui du taillis sous futaie. Dans les autres forêts du département, la méthode du taillis simple est généralement peu suivie. Chaque année 5,300 hectares de bois environ, dont 850 appartiennent à l'État, sont livrés à l'exploitation.

134. — Avant d'exploiter une coupe, on a dû marquer les arbres que l'on veut réserver, tant dans le taillis que dans la futaie; cette marque se fait ordinairement au pied de l'arbre à l'aide d'un marteau.

L'exploitation ne devrait avoir lieu que quand la sève est stationnaire, c'est-à-dire depuis la première quinzaine d'octobre jusqu'au 1er janvier. Les bois coupés dans cette période sont d'une plus longue durée lorsqu'ils sont mis en œuvre; et il semble certain aussi, qu'employés au chauffage, ils brûlent plus facilement et donnent plus de chaleur que ceux qui ont été abattus dans le temps de la végétation. Mais les difficultés que l'on éprouve à se procurer un assez grand nombre de bûcherons dans un aussi court espace empêchent l'application de ce précepte, et l'abatage se fait entre le mois d'octobre et le 15 avril suivant.

On commence d'abord par nettoyer le sol en arrachant les ronces, les épines, les bruyères, etc., puis on procède à l'abatage du taillis.

Les instruments dont on se sert doivent être bien tranchants; ce sont, suivant les cas, la hache, la serpe ou la scie. La taille doit être toujours vive et un peu en talus, afin que l'eau et la sève ne séjournent point sur les souches. Dans les sols secs et bien assainis, la taille est faite au *rez-de-terre;* mais dans les terrains humides, on coupe à 4 ou 5 centimètres au-dessus du sol.

Après l'exploitation du taillis, on abat la futaie. Il faut avoir soin de diriger la chute de l'arbre, au moyen d'une corde attachée à la cime, afin qu'il ne détériore pas les baliveaux qui l'entourent.

Les arbres abattus sont ensuite débités en bois de

feu ou en bois d'œuvre, suivant l'usage auquel on les destine.

Bois de feu.

135. — Les arbres, tiges et branches que l'on convertit en bois de feu sont découpés, partie en bûches de rondin ou de quartier, partie en rames destinées à entrer dans les fagots. Les bûches sont débitées à la hache ou à la scie, et, quand elles sont trop fortes, elles sont refendues avec des coins en fer que l'on chasse à coups de masse. On donne généralement aux bûches 1^m à 1^m 33 de longueur et de 6 à 12 centimètres de diamètre.

Le bois qui doit servir à la fabrication du charbon n'a que de 60 à 80 centimètres de longueur et de 2 à 3 centimètres de diamètre; on l'appelle *charbonnette*.

Les bois de feu sont ensuite relevés et empilés avec soin sur un sol aussi sec que possible.

Les menus brins des arbres, les rameaux, les brindilles sont mis de côté pour être façonnés plus tard en fagots ou en bourrées. Ils sont quelquefois abandonnés au sartage dans les coupes où l'on se livre à cette culture.

Les essences forestières qui sont les plus avantageuses comme bois de chauffage sont l'orme, le chêne, le charme et le hêtre; puis viennent le bouleau, le tremble, le peuplier et l'aulne. Le chêne est un combustible de résistance; mais il a le défaut de brûler presque sans flamme; aussi on lui préfère le charme et surtout le hêtre qui, avec une grande chaleur,

donnent une belle flamme, vive et claire. On admet assez généralement que les bois ont acquis leur plus grande valeur comme bois de feu vers l'époque de leur maturité.

136. — La carbonisation est une opération qui a pour but d'extraire du bois la partie fixe qu'il renferme. Cette opération a sa raison d'être dans le transport moins considérable de combustible que l'on a à faire à travers les mauvais chemins des forêts ; toutefois on ne doit y avoir recours que dans les cas extrêmes, car elle fait perdre plus de la moitié du charbon contenu dans le bois. L'analyse chimique nous enseigne en effet que le bois contient en moyenne 40 0/0 de charbon, et, dans les meilleures conditions, le rendement n'est que de 18 à 22 0/0 en poids ; en volume il faut environ 3 stères de bois pour produire 1 stère de charbon.

La carbonisation se fait toujours sur place. Il existe différents procédés ; celui qui est suivi dans les Ardennes consiste à former avec les charbonnettes des meules qui contiennent environ 50 stères.

On choisit pour emplacement un terrain plat, sec et abrité, sur lequel on réunit et on dresse les bois en une meule qui présente à peu près la forme d'une calotte sphérique. On a soin de ménager au centre une cheminée que l'on forme avec des piquets plantés en cercle et réunis par des branches. On recouvre le tas avec des branches feuillues, des feuilles mortes et du gazon dont l'herbe est tournée à l'intérieur. Par

dessus on met du fraisil ou de la terre argileuse légèrement humectée et que l'on bat fortement. On forme ainsi une couverte destinée à empêcher l'accès trop rapide de l'air pendant la combustion.

La meule étant préparée, on jette dans la cheminée des copeaux de bois bien secs que l'on enflamme par le haut. Le feu descend bientôt et se communique peu à peu à toute la meule; quand il est bien répandu partout, on bouche avec du gazon l'ouverture supérieure de la cheminée.

Il ne reste plus au charbonnier qu'à surveiller et à diriger le feu de manière à éviter la combustion entière du bois, tout en opérant la carbonisation. A cet effet, il pratique sur le pourtour de la meule, dans la région supérieure, des ouvreaux qui fonctionnent comme cheminées et appellent vers eux la combustion; quand cette partie de la meule paraît carbonisée, on bouche les ouvreaux supérieurs et on en pratique d'autres à un niveau plus bas, que l'on ferme à leur tour, et ainsi de suite, jusqu'à ce que l'on atteigne la base de la meule.

Lorsque l'ouvrier juge que l'opération est terminée, ce qui arrive au bout de deux à trois semaines, il éteint la meule en bouchant soigneusement tous les trous par lesquels l'air pourrait pénétrer à travers la couverte; puis il laisse refroidir le charbon, le découvre et le retire.

La carbonisation doit être faite, autant que possible, par un temps sec et calme; la saison la plus favorable est celle qui comprend les mois d'août et de sep-

tembre. La qualité du charbon varie nécessairement avec la nature du bois employé pour le fabriquer ; ainsi le meilleur charbon est fourni par le bois qui touche à sa maturité.

En raison de la faible proportion de cendres qu'il contient et de son pouvoir calorifique élevé, qui varie de 7,500 à 8,000 calories, le charbon de bois convient très-bien pour les opérations métallurgiques. On distingue généralement le charbon de bois dur et le charbon de bois tendre; le premier est surtout employé dans les hauts-fourneaux où il doit être soumis à une pression considérable; le second, qui brûle plus rapidement, est préféré pour les feux d'affinerie. L'hectolitre de charbon dur pèse de 20 à 25 kilog.; celui de charbon tendre de 14 à 19 kilog.

Le charbon de bois se vend de 11 à 13 fr. le mètre cube. On en fabrique annuellement dans le département 160,000 mètres cubes. Une grande partie de ce charbon sert à la consommation locale; le reste est expédié sur Reims et sur Paris.

Quant au bois de chauffage, la production annuelle en est environ de 125,000 stères, dont la valeur est de 8 à 9 fr. le stère.

Bois d'œuvre.

137. — Les bois d'œuvre se divisent en deux grandes catégories : les *bois de service* et les *bois de travail*. Les premiers sont ceux qui servent aux constructions civiles et navales; les seconds sont employés par les autres industries ou métiers.

Généralement les bois de service sont simplement équarris sur place; on les réduit avec la hache et l'erminette de manière à leur donner à peu près la forme d'un parallélipipède. Quelquefois ils sont livrés *en grume,* c'est-à-dire bruts et recouverts encore de leur écorce.

Quant aux bois de travail, ils sont tantôt débités à la scie et transformés en planches de différentes dimensions, tantôt refendus.

Le sciage du bois se fait ordinairement sur le parterre même des coupes en exploitation. Le travail est confié à des ouvriers spéciaux appelés *scieurs de long;* nous ne décrirons pas le procédé qu'ils suivent, car il est connu de tout le monde.

Depuis plusieurs années, on met en usage des scieries qui reçoivent leur mouvement de machines à vapeur et qui sont établies tantôt dans les coupes mêmes, tantôt sur des points rapprochés des forêts. Il existe dans le département des Ardennes un assez grand nombre de ces usines : la plus importante est celle du Chesne, qui est activée par une machine de la force de 12 chevaux.

Il y a deux espèces de scieries mécaniques : les scieries *à mouvement alternatif* et les scieries *à mouvement continu.* Dans les premières, le mouvement de la scie est analogue à celui que les ouvriers impriment à cet instrument : la pièce de bois est fixée sur un charriot qui roule sur deux poutres horizontales et qui s'avance d'une certaine quantité à chaque

coup de scie, par l'action d'une crémaillère que la machine met en mouvement.

Dans les scieries à mouvement continu, on se sert d'une scie circulaire, simple disque en tôle d'acier dont la circonférence est garnie de dents semblables à celles des lames de scie ordinaire; la vitesse dont elle est animée est très-considérable et dépasse souvent 500 tours par minute.

Dans la menuiserie et l'ébénisterie, on emploie quelquefois des *scies en ruban,* lames minces et délicates, armées de dents de scie, qui se meuvent comme une chaîne sans fin et à l'aide desquelles on peut découper le bois suivant les formes les plus capricieuses. A Gespunsart, il y a un atelier dans lequel ce mode de sciage est appliqué avec une grande habileté.

Les bois de fente sont façonnés dans les coupes sous différentes formes et sous des dimensions très-diverses, selon les usages auxquels ils doivent être appliqués. Ce travail se fait surtout en forêt, parce que le bois se fend beaucoup mieux et plus facilement lorsqu'il est vert et tout saignant que lorsqu'il est desséché.

La tonnellerie est l'industrie qui emploie la plus grande quantité de bois de fente, et l'on appelle *merrain* le bois plus particulièrement destiné à la fabrication des douves de tonneaux. Le chêne est l'essence préférée pour cet usage.

Depuis le traité de commerce, on fabrique dans les Ardennes un grand nombre de perches pour les houillères de la Belgique et du nord de la France;

ces perches sont découpées et employées comme étais dans les galeries souterraines. Dans ce but les petits arbres et les taillis sont simplement écimés et ébranchés, et livrés en cet état au commerce; les pièces doivent avoir des formes sensiblement régulières.

N'oublions pas de signaler une fabrication intéressante, la sabotterie, qui, dans les cantons d'Omont, de Signy-l'Abbaye et de Signy-le-Petit, occupe près de 140 ouvriers et met en œuvre 2,000 mètres cubes de hêtre, bouleau, aulne, etc. On peut admettre qu'un mètre cube donne en moyenne 120 paires de sabots assortis.

138. — On ne met en œuvre que des bois bien dépouillés de leur sève, car celle-ci, par les principes fermentescibles qu'elle renferme, déterminerait une pourriture rapide, ou bien, en se desséchant plus tard, elle produirait un retrait nuisible. Par l'exposition à l'air on remédie en partie à cet inconvénient; on y arrive aussi en flottant le bois.

Mais ces procédés ne suffisent pas toujours; les bois doivent souvent être soumis à une foule d'influences qui les détruiraient en peu de temps, et il est nécessaire d'en assurer la conservation par des procédés particuliers. Parmi les différents procédés mis en pratique, celui du docteur Boucherie paraît donner les meilleurs résultats : il consiste à expulser la sève du bois abattu et à la remplacer par une dissolution concentrée de sulfate de cuivre, substance

qui jouit de propriétés antiputrides. Cette dissolution est contenue dans un bassin placé à 10 mètres au-dessus du sol; à l'aide d'un tuyau, on la fait arriver dans les pièces de bois que l'on veut injecter, et, sous l'influence de cette pression de 10 mètres, le liquide pénètre à travers les fibres du bois. C'est ainsi que l'on préserve les poteaux télégraphiques et les traverses qui servent à soutenir les rails de chemins de fer.

Quelquefois on remplace le sulfate de cuivre par la créosote, huile très-caustique que l'on obtient par la distillation du goudron de houille. Les pièces de bois sont placées dans un grand réservoir dans lequel on fait le vide; le liquide, amené dans ce réservoir par un tube à robinet, injecte les bois sous l'action de la pression atmosphérique. Tel est le procédé que l'on suit à Vireux pour injecter les traverses du chemin de fer de l'Est.

139. — La production des bois d'œuvre a une grande importance dans le département des Ardennes, principalement dans la région centrale. Grâce aux nombreuses voies de communication qui le traversent en tous sens, ces bois ont des débouchés faciles et assurés. Déjà avant la révolution de 1789, les chênes de la partie boisée de l'Ardenne descendaient la Meuse jusqu'en Hollande; ils nous étaient ensuite revendus sur les ports maritimes comme *chênes de Hollande*, du nom d'un pays qui n'en produit pas. Ces trains de bois, qui s'appelaient *givées,* ont donné leur nom

à la ville de Givet, située au lieu où ils s'organisaient.

Chaque année, on exploite en moyenne dans le département des Ardennes 28,500 mètres cubes de chênes, valant de 55 à 65 fr., et 11,960 mètres cubes d'autres espèces, d'une valeur moyenne de 30 fr. On fabrique en outre 850,000 perches qui se vendent 65 à 70 fr. le cent.

Sartage.

140. — Le *sartage* est un procédé de culture particulier à l'Ardenne et à quelques autres pays montagneux de la France. Il consiste à semer du seigle dans les coupes récentes des forêts, pendant l'année de l'exploitation. Quand l'année a été pluvieuse et que toute la coupe n'a pu être ensemencée en seigle, on peut quelquefois compléter au printemps suivant l'ensemencement en avoine ou en sarrasin. Chaque année, 1,000 hectares au moins sont livrés à cette culture et donnent des ressources à un pays qui est à peu près dépourvu de terres cultivées.

On distingue deux procédés de sartage : le *sartage à feu courant* et le *sartage à feu couvert*.

Dans le premier système, on répand sur la surface du sol, entre les souches exploitées, les branchettes qui n'ont pas fait partie du bois de charbon. On y met le feu par un temps calme; la flamme convertit en cendres les bois répandus, le gazon et toutes les plantes qui végètent sur le sol. Quelques jours après,

on sème les céréales et on les recouvre au moyen d'un léger labour à la houe.

Pour pratiquer le *sartage à feu couvert,* on râmasse à l'aide de râteaux toutes les matières combustibles qui existent sur le sol, comme brindilles, feuilles sèches, etc., et on en forme de petits tas. On enlève à la houe des gazons de forme circulaire qui, lorsqu'ils ont été bien séchés, sont rangés autour des tas de combustibles; on forme ainsi des espèces de petits fourneaux de forme conique qui ont 8 à 10 décimètres de hauteur et autant de diamètre à la base. On y met le feu, et, quand la cendre obtenue est bien refroidie, on la répand sur le sol. On sème ensuite le seigle, après quoi on sillonne légèrement le terrain à la houe.

141. — Le premier de ces deux systèmes de sartage est à peu près abandonné maintenant en raison des dangers qu'il présente; il a cependant l'avantage d'épuiser moins le sol que le sartage à feu couvert. Le feu courant attaque presque toujours les souches et en outre, quand le vent est très-grand, le feu peut se communiquer aux bois voisins. C'est ainsi que, dans les montagnes de l'Esterel (département du Var), toute une forêt a été incendiée dernièrement par des ouvriers essarteurs.

Le but de l'opération du sartage est de fournir des cendres de végétaux riches en matières fertilisantes et de transformer l'argile en une matière calcinée qui diminue la compacité du sol et le rend propre à la culture. Mais il a l'inconvénient d'appauvrir la terre

et souvent de dénuder le sol dans les terrains fortement inclinés. Aussi on ne doit le pratiquer que quand il y a nécessité absolue, et seulement dans les pays où les défrichements ne sont pas possibles.

En tous cas, le sartage donne souvent de faibles produits. Le rendement peut être estimé à 16 ou 20 hectolitres de seigle par hectare; il a notablement diminué depuis plusieurs années, et il y a peut être lieu de craindre, si le sartage est répété trop souvent, qu'il ne se produise plus ni seigle ni bois sur un sol graduellement appauvri.

Écorces de chêne.

142. — L'écorce de chêne, employée pour le tannage des cuirs, est un élément important de la richesse forestière du département. L'écorce la plus renommée est celle que l'on récolte dans les forêts de l'Ardenne; elle est très-recherchée par les tanneurs français, belges et anglais.

La qualité des écorces varie avec l'âge des arbres et, en outre, avec les conditions dans lesquelles s'est faite la croissance. Les meilleures écorces proviennent de taillis essartés, exploités de 20 à 25 ans, ayant une croissance rapide, situés à une exposition chaude et peuplés de l'espèce de chêne appelé *rouvre*. Dans ces conditions, on a constaté que le rendement du taillis en écorce pouvait atteindre 50 kilog. pour un stère de bois de chauffage.

L'époque la plus favorable pour écorcer le chêne

est celle où la sève du printemps se met en mouvement. Cet espace de temps, qui est souvent très-court, est compris entre le moment où les bourgeons commencent à se gonfler et celui où les feuilles commencent à s'épanouir. Plus tard l'écorce devient plus adhérente au bois et par suite plus difficile à détacher ; elle est en outre de moins bonne qualité.

Dans les Ardennes on pratique l'écorcement du bois sur pied, et on procède avec beaucoup de soin à cette opération qui donne un produit dont la valeur est souvent supérieure à celle du bois dont il provient. Comme le travail doit être fait dans un bref délai, les hommes, les femmes, les enfants désertent les ateliers, et tous se répandent dans les bois pour écorcer.

L'ouvrier se sert d'une lame courte et tranchante, engagée dans un manche d'os, avec laquelle il pratique au bas de l'arbre une entaille circulaire et assez profonde pour arriver jusqu'à l'aubier ; il fend ensuite l'écorce de l'arbre d'un seul côté, depuis le point le plus élevé qu'il puisse atteindre, en s'élevant au moyen de petites échelles en bois, appelées *chevaux de pelleur,* jusqu'à l'entaille circulaire ; puis il introduit le biseau de son instrument entre l'arbre et l'écorce, et il parvient à détacher entièrement cette dernière sans produire de déchirure. Quand les arbres sont trop élevés, ils sont d'abord abattus à la hache, puis écorcés. Il ne reste plus qu'à faire sécher l'écorce sur un lit de perches disposées en plan incliné, à la nettoyer à l'intérieur avec un râcloir et à la lier en bottes que l'on met en meules ou que l'on transporte dans un hangar.

La vente des écorces se fait au poids ; le prix moyen est d'environ 11 à 12 fr. les 100 kilog. On en exploite annuellement, dans le département, 9,550,000 kilog., dont 9,050,000 kilog. dans l'Ardenne seule. Les tanneries de Givet n'en consomment pas moins de 3 millions de kilog. Le reste alimente les autres tanneries moins importantes du département, ou est expédié en Prusse et en Belgique.

Avant de servir au tannage des cuirs, l'écorce de chêne est hachée mécaniquement ou à la main, puis réduite entre des meules en une poudre grossière qui prend le nom de *tan*. Les plus importants des moulins à écorces sont établis à Charleville, aux Mazures, à Revin, à Vireux, etc. ; ils sont généralement sur des cours d'eau ; quelques-uns sont mus par des machines à vapeur.

---

143. — En résumé l'industrie forestière, dans le département des Ardennes, donne lieu, en nombre rond, à un chiffre d'affaires de près de 9 millions, qui se décompose ainsi :

Produit brut	5,229,000 fr.
Main-d'œuvre	1,678,000
Transport	1,170,800
Bénéfice	807,800
Total	8,885,600 fr.

La main-d'œuvre équivaut à 850,000 journées d'homme.

CHAPITRE IV.

INDUSTRIE MÉTALLURGIQUE.

144. — L'histoire des métaux se confond avec l'histoire de la civilisation, et l'on peut dire qu'à mesure que l'homme s'est avancé dans la voie du progrès, l'emploi des métaux a pris des développements de plus en plus considérables.

L'homme primitif, celui qui vivait à la même époque que tous ces grands animaux dont l'espèce est éteinte, tels que le *mammouth*, l'*ours des cavernes,* le *cerf à bois gigantesques,* etc., ne savait mettre en usage que des os, des cailloux, des débris de silex, et c'est avec ces matériaux qu'il fabriquait ses armes grossières et ses rares ustensiles, ainsi que le font encore quelques peuplades sauvages de la Polynésie. Il habitait des excavations naturelles ou des constructions en bois qu'il élevait souvent au milieu des lacs pour se garantir contre les attaques des bêtes féroces ; aussi les vestiges de la première industrie humaine se trouvent-ils presque toujours dans des grottes ou au fond des lacs. A peu de distance de Dinant, en Belgique, dans la vallée de la Lesse, il existe un assez grand nombre de ces grottes qui ont dû servir d'habi-

tation ou de refuge à nos ancêtres ; le docteur Dupont, qui en a exploré une partie, y a découvert, disséminés au milieu d'ossements d'animaux disparus, des objets de toute sorte qui signalent évidemment le passage de l'homme, comme des silex taillés, des fragments de poteries, des bijoux grossiers, etc.

145. — Mais des matériaux aussi imparfaits ne purent plus suffire aux besoins de l'humanité lorsqu'elle sortit de la barbarie dans laquelle elle était plongée. Les minerais de cuivre et d'étain, dont l'éclat est métallique, attirèrent sans doute les premiers l'attention de l'homme qui apprit à en extraire le métal et à le travailler, soit par l'effet du hasard, soit à la suite de longues recherches. Plus tard l'homme eut l'idée d'allier le cuivre et l'étain ensemble et d'en faire cette combinaison qui, sous le nom d'*airain*, a joué un si grand rôle dans l'antiquité.

Pendant longtemps l'airain satisfit à toutes les exigences de la civilisation ; il servait aux arts de la paix comme à ceux de la guerre, et si quelques autres métaux, comme l'or, l'argent, le plomb, le mercure étaient déjà connus des anciens, on ne les appliquait qu'à des usages très-limités.

La découverte du fer marque une date importante dans l'histoire de l'humanité, car ce n'est qu'avec ce métal que l'industrie prit réellement naissance. Peu à peu le fer parvint à se substituer au bronze et à le remplacer dans presque tous ses emplois, et maintenant il est sans contredit le premier de tous les métaux.

Aussi un grand chimiste a pu dire avec raison que « le fer est l'âme de tous les arts. »

Le fer et le cuivre sont les seuls métaux préparés et mis en œuvre dans le département des Ardennes. Nous allons les étudier tous deux, en commençant par le premier qui est de beaucoup le plus important.

I.

INDUSTRIE DU FER.

NOTIONS HISTORIQUES.

146. — On pourrait s'étonner au premier abord que le fer, le métal le plus répandu dans la nature et le plus propre à tous les usages industriels, ait été l'un des derniers métaux connus. Mais on s'expliquera facilement cette particularité si l'on réfléchit que les minerais de fer, qui sont presque toujours à l'état terreux et présentent très-rarement l'éclat métallique, n'avaient rien qui les signalât à l'attention des premiers hommes.

Il est probable que le hasard fut pour beaucoup dans la découverte du fer : on peut supposer que l'incendie d'une forêt placée sur une couche de minerai mit le précieux métal à nu, ou bien que des blocs de minerai, employés accidentellement pour entourer un vaste brasier, se réduisirent sous l'influence d'une haute température et laissèrent couler le métal en

fusion. La première supposition est conforme à l'ancienne tradition des Grecs, qui croyaient que l'embrasement d'une forêt décela le fer au sommet du mont Ida, en Crète.

L'oxydation relativement rapide du fer n'a pas permis de retrouver aisément, parmi les restes des travaux métalliques que l'antiquité a laissés derrière elle, un grand nombre d'objets fabriqués avec ce métal; on comprend donc que la science archéologique, qui dans ces derniers temps a cependant éclairé tant de côtés obscurs de notre histoire, ne puisse affirmer avec exactitude vers quelle époque le fer a été mis en œuvre pour la première fois.

Quoiqu'il en soit, il est certain que l'emploi du fer se perd dans la nuit des temps historiques. La Bible nomme Tubalcaïn comme étant le premier qui sut le forger. Les Chinois et les Égyptiens connaissaient et employaient ce métal 3,000 ou 4,000 ans avant l'ère chrétienne. Dans les Gaules, les forges étaient en grand nombre il y a 2,000 ans : Strabon cite celles des Pétrocoriens, dans le Périgord, et celles des Bituriges, aux environs de Bordeaux. Enfin, pour parler de notre pays, nous dirons que les minerais des Ardennes étaient déjà traités au temps de César, car on sait que les Romains y faisaient forger leurs armes et s'y procuraient les machines de guerre dont ils avaient besoin.

Les premières applications du fer durent être fort restreintes et se borner à la confection des outils les plus grossiers ; il fallut en effet un certain temps avant

qu'on ne sût l'extraire et le travailler facilement. D'après Hérodote, ce ne serait que 430 ans avant J.-C. que Glaucus de Chio découvrit l'art de souder le fer, découverte d'une immense importance, car, sans la connaissance de ce procédé, toute mise en œuvre du métal était évidemment très-difficile. Les contrées du Nord furent celles où la fabrication du fer fit les plus rapides progrès, à cause de la rareté du cuivre et du bronze; ainsi, au siège de Rome par Brennus (389 avant J.-C.), les Gaulois étaient déjà armés d'épées en fer, tandis que les armes des Romains étaient toutes en bronze.

147. — Les procédés que l'on suivit à l'origine pour le traitement des minerais de fer étaient sans doute d'une excessive simplicité et analogues à ceux que l'on pratique encore en Asie et dans le centre de l'Afrique: on creuse simplement un trou en terre dans lequel on jette pêle-mêle le bois et le minerai, et l'on active le feu soit à l'aide du souffle, soit à l'aide d'un écran ou d'un soufflet; au fond de ce creuset improvisé, l'ouvrier trouve une masse incandescente plus ou moins pure qu'il pétrit et qu'il travaille au moyen d'un marteau. Dans la suite on construisit de petits fourneaux comme ceux de la Corse, des Pyrénées et de la Kabylie, qui produisent aussi du fer du premier coup.

Dans plusieurs pays, on retrouve des amas de masses spongieuses, rebuts de ce traitement métallurgique. Il en existe dans le département des Ardennes, entre autres à Vireux et à Givet, où on les

connait sous le nom de *sarrasins*. Quand ces substances sont encore assez riches en fer, on a intérêt à les refondre pour en extraire le métal qu'elles contiennent; c'est ce que l'on fait au haut-fourneau de Vireux.

On ne sait pas au juste quand on commença à séparer la méthode de traitement en deux parties, c'est-à-dire à fabriquer d'abord de la fonte pour en extraire ensuite le fer; mais on sait d'une manière certaine qu'au VIIIe siècle, il existait déjà en Styrie de petits hauts-fourneaux. En France on fit de la fonte moulée pour la première fois vers le milieu du XVe siècle.

En 1735, Abraham Derby appliqua la houille à la fusion du minerai et parvint ainsi à remplacer par un combustible plus économique le bois et le charbon de bois qui, jusque là, avaient été les seuls employés. Un peu plus tard (1784) on arriva également à fabriquer le fer avec de la houille.

Ces deux innovations importantes ne pénétrèrent d'Angleterre en France qu'au commencement de notre siècle. Le Creuzot (département de Saône-et-Loire) est la première forge où l'on fit l'essai de la méthode anglaise, en 1819.

148. — L'industrie du fer est très-ancienne dans notre département, ainsi que nous l'avons déjà dit. Les hauts-fourneaux analogues à ceux que l'on emploie aujourd'hui datent de l'an 1500 environ; l'illustre Bernard de Palissy, qui fit un voyage dans les Ardennes vers 1543, parle avec éloges de la fabrication

de la fonte à Givonne et à Haraucourt. Il existe même encore de ces anciens fourneaux dont l'établissement remonte à 1550; tels sont ceux de Signy-le-Petit, de Vendresse et de Champigneulle; il est inutile d'ajouter qu'ils ont été réparés tant de fois qu'il ne reste plus rien de la construction primitive.

La fabrication du fer à la houille fut introduite dans les Ardennes en 1824 par un Anglais qui venait de monter des fours à puddler à Couvin (Belgique). Depuis cette époque, cette fabrication a pris de grands développements, et le charbon de bois n'est plus employé dans la métallurgie du fer que dans quelques cas spéciaux et fort peu nombreux.

La tôle, qui est devenue une des spécialités du département des Ardennes, a été fabriquée pour la première fois à Givonne, à l'aide de laminoirs, en 1790. C'est à la même époque que remonte la fabrication du fer de platinerie, importée du pays de Liège, qui est aussi une spécialité du département.

Propriétés du fer.

149. — Le fer chimiquement pur est un des 64 corps simples actuellement connus. Mais il ne se présente jamais dans le commerce avec cet état de pureté absolue, et il est d'ailleurs nécessaire, pour qu'il soit applicable aux besoins de l'industrie, qu'il soit combiné avec un certain nombre de corps.

Parmi les nombreux éléments qui composent le fer du commerce, le carbone est le plus essentiel. Les pro-

portions variées de ce corps et l'état sous lequel il entre dans la constitution du métal communiquent à celui-ci des propriétés diverses, et, à ce point de vue, on distingue trois substances que tout le monde connait sous les noms de *fer*, *fonte* et *acier*. Sans entrer dans l'examen des théories plus ou moins ingénieuses qui ont été émises sur la constitution de ces trois métaux, nous pouvons dire d'une manière générale que la fonte est celui qui contient le plus de carbone (de 2.5 à 5 0/0), et le fer celui qui en contient le moins (environ 1/2 0/0) ; l'acier est intermédiaire. En d'autres termes, ce serait le carbone qui donnerait de la dureté au métal, puisque la fonte est plus dure que l'acier, et celui-ci plus dur que le fer ; cette opinion n'a toutefois rien d'absolu, et les propriétés spéciales de la fonte, du fer et de l'acier paraissent tenir encore à une foule d'autres circonstances chimiques et physiques qui sont loin d'être toutes bien élucidées.

Nous caractériserons en quelques mots l'emploi industriel de ces trois corps en disant que le fer est malléable (1) à froid, mais ne se durcit pas par la trempe (2), que l'acier est malléable à froid et se durcit par la trempe, que la fonte n'est pas malléable à froid, mais se durcit par la trempe.

(1) *Malléabilité*, propriété que possède un métal de pouvoir se laminer ou s'aplatir en feuilles.

(2) La *trempe* est une opération industrielle qui consiste à refroidir promptement un métal en le plongeant chaud dans un liquide froid.

150. — Le fer chimiquement pur n'a pas une grande ténacité; le carbone qui lui est toujours combiné a sous ce rapport une influence heureuse. Il n'en est pas de même des autres substances qui peuvent entrer en combinaison avec lui : les plus fréquentes, qui sont le silicium, le soufre et le phosphore, exercent toutes une action nuisible. Le soufre rend le métal cassant à chaud, et par suite difficile à travailler; on dit alors que le fer est *rouverin;* une proportion de 1/10,000e de soufre suffit pour produire ce fâcheux effet. Le phosphore rend le fer cassant à froid, mais il facilite le travail à chaud ; il donne de la dureté au métal et, sous ce rapport, il peut être avantageux dans certains cas, par exemple pour la fabrication des rails de chemin de fer qui s'usent alors moins vite. Quant au silicium, il rend le fer tendre, cassant à chaud et à froid.

Dans les fontes qui doivent servir au moulage, l'influence de ces trois éléments est moins mauvaise. Les fontes phosphoreuses sont même recherchées pour les moulages à empreintes délicates, comme les objets d'art, en raison de leur grande fluidité. Mais, comme en revanche elles sont très-cassantes, on ne doit pas les appliquer à la fabrication d'objets destinés à recevoir des chocs brusques.

Pour l'acier, le soufre, le phosphore et le silicium doivent être éliminés soigneusement, car leur présence s'opposerait entièrement à la propriété aciéreuse.

151. — Le fer est de couleur grise plus ou moins

foncée ; sa cassure est grenue ou nerveuse. Quand le fer a été étiré en barres, il est généralement nerveux ; en d'autres termes, il présente des espèces de fibres suivant la longueur de la barre. Le fer à nerf a une plus grande ténacité que le fer à grain, c'est-à-dire qu'il supporte une traction plus considérable sans se rompre.

Les fers les plus tenaces sont désignés dans le commerce sous le nom de *fers forts* et les moins tenaces sous le nom de *fers tendres*. Les *fers métis* sont des fers de ténacité moyenne.

Les fers les plus tenaces sont en même temps les plus flexibles (1) et les plus ductiles (2).

Une autre propriété essentielle du fer, c'est celle qu'il possède de se souder à l'état mou, à une température inférieure à celle de la fusion. L'acier peut également se souder, mais avec plus de difficulté ; la fonte ne se soude pas, si ce n'est par fusion.

Ce sont toutes ces merveilleuses propriétés, si rarement réunies dans un même métal, qui expliquent l'immense emploi industriel du fer.

152. — L'acier se distingue du fer ductile principalement par la propriété spéciale que lui communique la trempe ; il devient très-dur et cassant, tandis que cette opération ne fait pas subir au fer de modification

(1) *Flexibilité*, propriété que possède le fer de se ployer facilement sans se briser.

(2) *Ductilité*, propriété que possède le fer de s'étirer en fils.

sensible. Il est en outre susceptible de prendre par le poli un très-bel éclat.

Nous n'insisterons pas davantage sur ce produit métallurgique que l'on ne fabrique pas dans le département des Ardennes. Nous dirons seulement qu'il y a quelques années on a essayé, à l'usine de Boutancourt, de faire de l'acier par la méthode de Ruolz et Fontaine ; mais ce procédé n'a pas donné de bons résultats.

153. — Les minerais de fer, nous l'avons déjà dit, consistent en un mélange d'oxyde de fer et de différentes substances dont les principales sont le sable, l'argile et le calcaire. Pour extraire le métal du minerai, quel procédé devra-t-on suivre ? Il faut : 1° enlever à l'oxyde de fer son oxygène; 2° éloigner les matières étrangères qui constituent ce que l'on appelle la *gangue* du minerai.

Pour chasser l'oxygène, on fait intervenir à une haute température une *action réductrice*, c'est-à-dire que l'on cherche à mettre en présence de l'oxyde de fer un corps qui ait plus d'affinité pour l'oxygène que le fer lui-même et qui l'en débarrasse; ce corps est l'oxyde de carbone, l'un des gaz qui se produisent dans la combustion du charbon. Quant à la gangue, on l'élimine en la fondant avec addition d'une matière spéciale, du *fondant*, dont la nature varie suivant la composition de cette gangue.

Telles sont en résumé les opérations essentielles

de la métallurgie du fer. Dans les usines, on les met en pratique de deux manières différentes.

Quand le minerai est très-riche, on le chauffe fortement au contact du charbon de bois dans un foyer formé d'une cavité rectangulaire. Par réduction de l'oxyde, on obtient immédiatement du fer qu'il n'y a plus qu'à forger et à transformer en barres.

Cette méthode, connue sous le nom de *méthode catalane*, n'est pas suivie dans les Ardennes; elle n'est appliquée que dans la Corse, l'Ariège, la Catalogne et la Kabylie. Elle donne lieu à une perte considérable de fer, car c'est le métal lui-même qui sert de fondant, et elle ne peut être employée qu'avec des minerais très-riches.

Le procédé le plus suivi, et c'est le seul que nous étudierons avec quelque détail, extrait le métal aussi complètement que possible. Mais comme, pour empêcher le fer de passer dans les scories, on est obligé d'ajouter certaines substances qui donnent lieu à des composés moins fusibles, l'opération ne peut se faire qu'à une température beaucoup plus élevée que dans la méthode catalane, et dans ce but on emploie des hauts-fourneaux. A cette haute température, le fer se combine toujours avec une notable proportion de carbone, et il en résulte qu'au lieu d'obtenir du fer du premier coup, on produit de la fonte. Cette fonte doit ensuite être transformée en fer par une opération spéciale.

La fabrication du fer comprend ainsi deux opérations bien distinctes : 1° production de la fonte au

moyen du minerai; 2° production du fer au moyen de la fonte.

Fabrication de la fonte brute.

154. — Un *haut-fourneau* (fig. 7) se compose essentiellement de deux troncs de cône C, E, réunis par leurs grandes bases, dont le supérieur porte le nom de *cuve*, et l'inférieur celui d'*étalages*. La partie renflée V qui se trouve entre les deux troncs de cône est le *ventre* du fourneau ; l'orifice supérieur G est le *gueulard*. Les étalages se terminent inférieurement par une partie cylindrique O, ou *ouvrage*, au-dessous de laquelle est un bassin cylindrique S, qu'on appelle *creuset*.

Le fourneau est constitué par un massif M,M en maçonnerie qui est revêtu intérieurement d'une chemise *m,m* en briques réfractaires ou en matériaux susceptibles de résister à une haute température sans fondre.

L'une des parois du creuset est percée d'une ouverture A, en avant de laquelle se trouve une pierre prismatique D, ou *dame*. Cette paroi est désignée sous le nom de *paroi antérieure* du fourneau.

La paroi postérieure et souvent les deux parois latérales sont munies d'ouvertures T,T dans lesquelles pénètrent des tuyères T' ; c'est par ces tuyères que l'on insuffle de l'air dans le haut-fourneau à l'aide d'une machine soufflante.

155. — Quand on veut mettre en marche un four-

neau neuf ou qui vient d'être réparé, on y allume d'abord un feu léger afin de dessécher lentement la maçonnerie; puis on élève peu à peu la température en ajoutant des quantités de plus en plus grandes de combustible. Au bout de plusieurs jours, on commence à introduire le minerai dans le fourneau, en débutant par de faibles charges, que l'on augmente progressivement jusqu'à ce que l'on soit arrivé à la proportion normale.

Pour fondre les matières étrangères du minerai, on ajoute en outre un fondant qui est destiné à former avec la gangue terreuse des silicates fusibles ou *laitiers*. La nature du fondant dépend de celle de la gangue : si celle-ci est argileuse, comme c'est le cas le plus fréquent, on emploie du calcaire (*castine* des ouvriers); si elle est calcaire, on ajoute de l'argile (*erbue*). On peut aussi chercher à combiner les minerais argileux et les minerais calcaires, de sorte que leurs gangues se fondent réciproquement sans l'addition d'un fondant.

En résumé, pour produire de la fonte, il faut introduire dans le haut-fourneau trois espèces de matières : du minerai de fer, du combustible et du fondant. Les proportions relatives de ces trois matières doivent être soigneusement établies à l'avance, d'après les données de l'expérience et de la théorie, et, une fois qu'elles sont fixées, elles ne varient plus guère pendant la marche du fourneau.

Les charges sont amenées au gueulard, tantôt sur un plan incliné, tantôt par un appareil élévatoire, ou

monte-charge, mis en mouvement par une machine.

Le combustible employé pour la fusion du minerai de fer est le charbon de bois ou le coke. Le premier donne une cendre peu abondante et fusible ; le coke au contraire fournit une assez forte proportion de cendres, et, en outre, il contient du soufre qui influe d'une manière fâcheuse sur les qualités de la fonte. Aussi les fontes au bois sont-elles plus estimées que les fontes au coke.

156. — Un haut-fourneau étant en marche, cherchons à nous rendre compte des réactions qui s'y produisent.

Sous l'influence de l'air lancé par les tuyères, le charbon qui se trouve dans l'ouvrage brûle avec vivacité et dégage de l'acide carbonique. Ce gaz tend naturellement à monter ; en traversant les étalages, il rencontre du charbon incandescent auquel il abandonne une partie de son oxygène pour se transformer en oxyde de carbone. Ce dernier gaz, à son tour, monte dans la cuve où la température est rouge sombre et où il rencontre un mélange de charbon et de minerai de fer ; à cette température, il réagit sur l'oxyde de fer et lui enlève son oxygène pour repasser à l'état d'acide carbonique ; puis il sort par le gueulard, mélangé avec d'autres gaz, éminemment combustibles, dont nous n'expliquerons pas la formation, parce que cela n'est pas essentiel à notre sujet.

Les matières solides suivent un chemin inverse de celui des matières gazeuses, et elles descendent peu

à peu tandis que ces dernières montent. A la partie supérieure du fourneau, la température n'est pas assez élevée pour que le combustible s'enflamme; le minerai s'y dessèche seulement sous l'influence des gaz chauds qui le traversent. Plus bas, la transformation de l'oxyde de fer en fer métallique commence, au contact de l'oxyde de carbone, et elle s'achève au ventre et dans les étalages. Au bas des étalages, où règne la température la plus élevée, le métal se combine avec un peu de charbon et passe à l'état de fonte. En même temps, la gangue se combine avec le fondant pour former les laitiers.

Ce mélange de fonte et de laitiers tombe dans le creuset, à un état de fluidité parfaite; là, en vertu de la différence des densités, il s'opère une séparation, et la fonte se rend au fond, tandis que les laitiers occupent la partie supérieure. Quand ces derniers, dont le volume est beaucoup plus considérable que celui de la fonte, dépassent le niveau de la dame, ils s'écoulent par dessus et débarrassent le creuset.

La fonte s'accumule ainsi peu à peu dans le creuset et y conserve sa liquidité. On calcule généralement les dimensions de ce creuset de manière qu'il puisse contenir la quantité de métal produit pendant douze heures. Deux fois par vingt-quatre heures, on fait sortir la fonte, mais sans interrompre la marche du fourneau; on a soin seulement d'arrêter le vent pendant la *coulée.*

Pour faire la coulée, il suffit d'enlever un tampon d'argile qui bouche le *trou de coulée* placé au bas du

fourneau sur l'un des côtés de la dame. Un ruisseau de métal, d'un rouge vif, s'élance alors en projetant des étincelles, et se répand dans des sillons creusés à l'avance dans le sol sableux de l'usine. Quand la fonte est refroidie, elle se présente sous forme de prismes qui sont connus sous le nom de *saumons* ou de *gueuses*.

Quelquefois on emploie la fonte, immédiatement au sortir du fourneau, pour fabriquer des objets moulés; mais nous ne nous occuperons pas ici de cette application que nous étudierons plus loin; pour le moment nous n'avons en vue que la production de la fonte brute.

157. — Nous avons dit que les gaz qui sortent du haut-fourneau sont combustibles. Il était naturel de chercher à tirer parti de la chaleur dégagée par la combustion de ces gaz, chaleur qui, d'après la théorie, est supérieure à celle qui se développe dans le fourneau lui-même. Après bien des tentatives, on y est parvenu, et maintenant on utilise les gaz pour produire de la vapeur et pour chauffer l'air injecté dans le fourneau.

Presque tous les hauts-fourneaux reçoivent maintenant de l'air chaud, dont la température atteint quelquefois 300°. On obtient ainsi une économie notable de combustible et un rendement plus élevé en fer; mais quelques métallurgistes prétendent que l'air chaud a l'inconvénient de rendre la fonte plus aigre et plus difficile à travailler.

158. — Suivant la nature du minerai employé, et surtout suivant la température à laquelle s'est opérée la fusion, on produit dans les hauts-fourneaux des fontes de propriétés très-diverses que l'on peut cependant ramener à deux types principaux : la *fonte blanche* et la *fonte grise.*

La première est produite à une température plus basse que la seconde, et par suite c'est celle dont la fabrication exige la moins grande consommation de combustible. Elle est, comme l'indique son nom, de couleur blanche ; elle est très-dure, cassante, et se laisse difficilement travailler; elle fond à 1,100° environ, mais elle n'est jamais très-fluide et ne peut guère prendre que l'état pâteux. Elle convient surtout pour la fabrication du fer et de l'acier.

La *fonte grise* est obtenue à une température plus élevée. Elle est douce, grenue et facile à travailler; elle n'entre en fusion qu'à 1,260°, mais, comme elle devient très-fluide, elle est très-convenable pour le moulage.

En raison des usages auxquels on destine ces deux espèces de fontes, on donne quelquefois dans l'industrie à la première le nom de *fonte d'affinage,* à la seconde celui de *fonte de moulage.* Ce qui les différencie surtout, au point de vue chimique, c'est l'état sous lequel s'y trouve le carbone : dans la fonte blanche, cet élément est réparti dans toute la masse et semble plutôt combiné que mélangé au fer ; dans la fonte grise, au contraire, la majeure partie du

carbone est irrégulièrement distribuée, sous forme de petites paillettes.

159. — Il y a quelques années à peine, il n'existait dans le département des Ardennes que des hauts-fourneaux marchant au charbon de bois ; ils étaient tous d'assez petites dimensions et ne produisaient que 3 1/2 à 5 tonnes de fonte par jour. Mais maintenant la fusion du minerai de fer au charbon de bois n'est plus guère possible en présence du prix très-inférieur auquel est descendue la fonte, et le coke est le combustible le plus répandu. En même temps que s'est opérée cette transformation, on a considérablement agrandi les dimensions des fourneaux; ainsi il existe à Vireux deux hauts-fourneaux dont l'un peut produire 45 tonnes de fonte par jour et l'autre 35; ils ont environ 16 mètres de hauteur.

Pour produire 1,000 kilog. de fonte, on consomme en moyenne 1,200 kilog. de coke quand on marche en fonte d'affinage, et 1,400 kilog. quand on marche en fonte de moulage. La quantité de minerai nécessaire est, dans le département des Ardennes, de 2,300 à 2,800 kilog., suivant le rendement de ce minerai.

La production de 1,000 kilog. de fonte au charbon de bois exige 5 à 5 1/2 mètres cubes de charbon. Souvent, comme dans les usines de Haraucourt et d'Apremont, on remplace une partie de ce combustible par du bois.

Moulage de la fonte.

160. — La fonte est très-propre à prendre les

empreintes les plus délicates, et elle n'est inférieure au bronze qu'à cause de sa grande oxydabilité et de son défaut de poli.

Mais toutes les fontes sont loin de convenir pour le moulage : une bonne fonte de moulage doit être très-fluide quand elle est en fusion, ne pas se figer trop vite et ne pas produire de soufflures. La fonte grise réunit généralement ces qualités ; la fonte blanche ne peut être employée parce qu'elle ne prend jamais un état de liquidité parfaite. Nous avons déjà fait remarquer (§ 150) que la composition chimique a souvent une heureuse influence ; c'est au phosphore et au silicium qu'elles contiennent que les fontes d'Écosse doivent d'être recherchées par les fondeurs qui veulent obtenir une grande fluidité.

On distingue deux espèces de moulages : le *moulage en première fusion* et le *moulage en seconde fusion*. La première méthode consiste à couler directement dans les moules la fonte sortant du haut-fourneau ; dans le second procédé, on refond préalablement la fonte à l'aide d'appareils spéciaux.

Le moulage en seconde fusion, quoique étant le plus coûteux des deux procédés, présente des avantages spéciaux qui le font préférer dans une foule de cas. Toutes les fois, en effet, qu'une fonte est refondue, elle s'améliore sous le rapport de la ténacité et de la finesse du grain. En outre, par la seconde fusion on a la faculté de fondre ensemble des fontes de natures diverses, et l'on peut ainsi, par un mélange habilement combiné, donner à l'objet moulé la qualité spé-

ciale qui lui est nécessaire, soit la ténacité, soit la dureté, soit la finesse dans les contours, etc.

161. — Les appareils dont on se sert pour refondre la fonte sont des creusets, des fours à réverbère ou des cubilots. Comme, dans le département des Ardennes, on n'emploie que des cubilots, ce sont les seuls que nous décrirons; ce sont au reste les appareils les plus économiques.

Un *cubilot* est un petit four à cuve cylindrique en fonte garni intérieurement d'une chemise en briques réfractaires. Un ventilateur lance par une tuyère l'air nécessaire à la combustion, et la fonte liquide peut sortir par un trou de coulée.

Pour mettre un cubilot en marche, on jette d'abord au fond de la cuve du charbon de bois allumé, puis on remplit de coke et on donne le vent. Quand la combustion est bien active, on charge alternativement la fonte et le combustible par l'ouverture supérieure; le métal fondu se rassemble au fond de la cuve, et on l'en fait sortir au fur et à mesure des besoins en débouchant le trou de coulée qui est fermé avec un tampon d'argile.

On consomme dans cette opération de 12 à 20 p. 0/0 de coke par 100 kilog. de fonte, et l'on a un déchet de 4 à 8 p. 0/0 sur la fonte.

162. — Les moules dans lesquels on coule la fonte sont faits avec des matières terreuses auxquelles on donne une forme en creux identique à celle de l'objet à reproduire. Ces matières sont généralement des

sables peu argileux et ne contenant pas de calcaire ; au contact de la fonte liquide, le calcaire se décomposerait et il se dégagerait de l'acide carbonique qui produirait des boursoufflures. Les sables verts de l'arrondissement de Vouziers, qui appartiennent à la partie inférieure du terrain crétacé, les sables jaunes qui séparent les bancs de calcaire sableux des environs de Mézières et de Sedan, comme on en trouve par exemple sur les hauteurs d'Aiglemont, sont particulièrement propres à la confection des moules.

Le sable n'est pas employé seul, et il est mêlé à du poussier de charbon de bois, à de la houille ou du coke finement broyés. On rend le mélange le plus intime possible en le retournant à la pelle et le tamisant plusieurs fois.

163. — On conçoit que nous ne pouvons décrire en détail tous les procédés que l'on suit dans le moulage, car ces procédés varient avec la forme des objets à reproduire. Nous donnerons seulement quelques exemples.

Le *moulage à découvert* est le plus simple ; il consiste à faire le moule dans le sol même de l'usine, qui est constitué par du sable. On se sert de modèles en bois, un peu plus grands que la pièce que l'on veut obtenir ; il y a toujours, en effet, après le refroidissement de la fonte, une légère contraction dont il faut tenir compte ; cette contraction est d'environ 10 à 12 millièmes suivant les dimensions linéaires.

Le sol de l'usine étant bien bêché, on imprime le

moule dans le sable, puis on tasse celui-ci tout autour à l'aide de battoirs. Il faut ensuite *épingler* les parois du moule, c'est-à-dire percer, à l'aide d'une percerette, de nombreux trous qui sont destinés à donner passage à la vapeur d'eau. On retire le moule avec soin, de manière à ne pas faire ébouler le sable ; on saupoudre les parois avec du charbon fin, pour empêcher que le sable n'adhère à la fonte, et on lisse bien la surface avec une truelle.

On procède alors à la coulée; mais, au lieu de verser la fonte directement dans le moule, ce qui pourrait le détériorer, on la fait couler dans une petite cavité creusée à côté et communiquant avec lui par un canal souterrain.

Pour transporter la fonte liquide du cubilot au moule, on se sert de grandes cuillers ou de poches en fonte garnies intérieurement d'argile réfractaire.

Avec ce procédé, la surface supérieure de l'objet moulé n'est jamais parfaitement nette ; en outre, comme la fonte n'est soumise à aucune pression, elle n'acquiert pas une grande densité, et par suite elle n'a qu'une assez faible ténacité. C'est ainsi que l'on moule les plaques de fonte.

On pratique plus souvent le *moulage à couvert*. Pour cela on recouvre la cavité creusée dans le sol de l'usine d'un châssis rempli de sable que l'on charge de poids, et la fonte liquide est ainsi comprimée. Ce châssis est manœuvré à l'aide d'une grue.

164. — Il n'est pas toujours possible de mouler

dans le sol même de l'usine; dans certains cas on ne pourrait retirer verticalement l'objet moulé. On a alors recours au *moulage en châssis;* pour en donner une idée, nous choisirons comme exemple le moulage d'une marmite.

On commence par placer le modèle dans le châssis inférieur et on tasse du sable tout autour jusqu'à ce que l'on ait rempli ce châssis ; on enlève alors le modèle et il reste dans le sable une cavité qui en reproduit la forme extérieure. Sur le second châssis, complètement rempli de sable, on prépare en relief la partie du moule qui correspond au vide de la marmite ; puis on superpose ce châssis au premier de manière que le noyau plein entre dans la cavité. On a eu soin, comme précédemment, de noircir les surfaces et d'épingler. Par un trou de coulée, on introduit la fonte en fusion dans l'espace vide, qui est la reproduction exacte de la partie solide de la marmite.

Quand on veut fabriquer des pièces de grandes dimensions, on ne peut plus se servir de sable ordinaire, car les parois s'èbouleraient avant que la coulée ne soit terminée. On emploie du sable un peu plus gras que l'on fait sécher et qui présente ainsi plus de résistance. On dit alors que l'on moule *en sable d'étuve.*

Un grand nombre de pièces creuses, comme les colonnes, les tuyaux, etc., sont d'abord moulées pleines, puis on introduit dans l'intérieur du moule un tuyau de fonte qui est percé de trous recouverts

d'une terre très-poreuse; les gaz peuvent ainsi se dégager par les trous dans l'intérieur du tuyau. Ce tuyau ou noyau laisse entre sa surface extérieure et la paroi intérieure du moule une épaisseur égale à celle qu'on veut donner à la fonte moulée.

Il est souvent nécessaire de donner une grande dureté à la surface des objets moulés; tel est le cas des cylindres lamineurs, des enclumes, des marteaux, etc. On coule alors le métal fondu dans des moules en fonte à parois très-épaisses, en le faisant arriver par la partie inférieure. Le métal, brusquement refroidi à la surface, subit une espèce de trempe qui le rend très-dur sur une certaine épaisseur.

165. — Les ustensiles en fonte qui doivent servir aux usages domestiques, comme les marmites, les chaudrons, les casserolles, sont quelquefois garnis intérieurement d'une couverte ou émail. C'est une espèce de verre que l'on répand, après l'avoir réduit en poudre, sur la surface à recouvrir; sous l'influence d'une température élevée, ce verre fond et adhère à la surface de la fonte avec laquelle il fait corps pour ainsi dire. On commence aussi à appliquer cette couverte sur toutes sortes d'autres objets en fonte tels que les poêles, les boutons de porte, les ornements, etc., et on leur donne ainsi l'apparence extérieure de la faïence ou de la porcelaine; on peut même obtenir des colorations diverses en faisant entrer certaines substances chimiques dans la composition de l'émail. C'est surtout à l'usine du Pied-Selle (Fumay) que se développe cette intéressante fabrication.

Fabrication du fer marchand.

166. — Pour transformer la fonte en fer, il s'agit de lui enlever une grande partie du carbone qu'elle contient, ainsi que toutes les autres matières étrangères telles que le silicium, le soufre, le phosphore, etc. Le principe de l'affinage est de soumettre la fonte à une action oxydante qui brûle ces matières étrangères ; mais, si le carbone et le silicium sont faciles à enlever, il n'en est pas de même du soufre et du phosphore dont la séparation présente de grands obstacles.

Il existe deux modes d'affinage : l'affinage au charbon de bois et l'affinage à la houille. Nous allons les décrire successivement.

167. — Le *foyer d'affinerie,* dont on se sert dans le premier procédé, se compose d'une cavité carrée formée par des plaques en fer, dans laquelle le vent est amené par une tuyère légèrement inclinée.

Le foyer étant rempli de charbon allumé, on y introduit la quantité de fonte qui doit être affinée en une opération, et qui varie de 100 à 150 kilog. La fonte ne tarde pas à entrer en fusion et à tomber goutte à goutte jusqu'au fond du foyer ; lorsqu'elle passe devant la tuyère, les substances étrangères qu'elle contient s'oxydent, et la silice, provenant de l'oxydation du silicium, donne lieu par sa combinaison avec le fer à des silicates fusibles, ou *scories,* que l'on enlève de temps à autre.

Au bout d'un certain temps, la fonte, de liquide

qu'elle était d'abord, a pris de la consistance; elle est alors partiellement affinée. L'ouvrier la soulève avec son ringard et la ramène au-dessus du combustible; c'est ce que l'on appelle *avaler la loupe*. On ajoute du charbon frais et on augmente la force du vent. La fonte, soumise à une action oxydante plus énergique, subit un commencement de fusion et donne bientôt lieu à des grumeaux que l'ouvrier rassemble pour les retirer du feu, quand le fer *a pris nature*.

Cette masse de fer, qui se trouve dans un état spongieux, est portée sur une enclume et soumise aux coups redoublés d'un marteau pesant de 300 à 500 kilog.; les scories interposées dans le métal sont chassées par la pression, et les différentes parties métalliques se soudent ensemble. Cette opération porte le nom de *cinglage de la loupe*. En tournant la loupe dans tous les sens pour qu'elle soit battue de tous côtés, on obtient un prisme allongé que l'on divise ensuite en quatre ou cinq morceaux, ou *lopins*, au moyen d'une espèce de couteau de fer sur lequel on fait battre le marteau.

Chacun des lopins est réchauffé au foyer; puis on le forge à l'aide d'un marteau plus petit que celui employé pour le cinglage, auquel on donne le nom de *martinet*, et on l'étire en barres.

Ce procédé donne du fer de bonne qualité, même avec des fontes médiocres. On a un déchet de 25 à 28 p. 0/0, c'est-à-dire que 100 kilog. de fonte rendent 75 à 72 kilog. de fer en barres. Pour produire cette

quantité de fer, on consomme 5 à 6 hectolitres de charbon.

L'affinage au charbon de bois n'est plus guère pratiqué maintenant, à cause du bas prix auquel sont descendus les fers, que dans des cas spéciaux. On applique presque partout la méthode anglaise, que nous allons étudier.

168. — Le *puddlage* (1), ou affinage de la fonte par la méthode anglaise, se fait dans des fours tout différents des foyers d'affinerie. Mais la théorie de l'opération est la même : on oxyde les matières étrangères et l'on forme des scories avec le fer et la silice qui provient de l'oxydation du silicium.

Un *four à puddler*, dont la coupe longitudinale est représentée par la fig. 8, n'est autre chose qu'un four à réverbère composé essentiellement d'un foyer F, avec sa grille, et d'une sole S à peu près horizontale, sur laquelle on doit placer la fonte. Les gaz qui proviennent de la combustion s'échappent par une cheminée C, de 12 à 15 mètres de hauteur, munie d'un registre qui sert à faire varier le tirage. Les murs du four sont construits en maçonnerie de briques réfractaires, et la sole est formée d'une plaque de fonte recouverte également de briques réfractaires.

Comme on le voit, le four à puddler diffère surtout du feu d'affinerie en ce que le combustible n'est pas en contact avec la fonte. Cette circonstance permet

(1) *Puddlage,* de l'anglais *puddle,* brasser.

d'employer de la houille, dont l'impureté altérerait la qualité du fer si elle était mêlée avec le métal.

Le four étant chauffé au rouge blanc, on y introduit une charge de 200 à 250 kilog. de fonte, que l'on répand sur la sole, et en même temps 50 kilog. environ de battitures de fer. Le métal entre en fusion; on le brasse constamment avec un ringard, de manière à bien le mélanger avec les battitures dont l'oxygène est destiné à brûler les matières étrangères. Le mélange s'épaissit peu à peu; on élève la température du four, et, au moyen du ringard, on réunit les fragments ou grumeaux de fer en cinq loupes de poids à peu près équivalents.

Les loupes ont besoin d'être cinglées, afin d'être débarrassées des scories qui sont disséminées dans la masse. On pourrait se servir d'un marteau analogue à celui avec lequel on martèle les lopins de fer au bois; mais on préfère généralement se servir d'un appareil d'une forme spéciale, appelé *marteau-pilon*.

Le marteau-pilon se compose d'un mouton, souvent d'un poids très-considérable, qui est soulevé par la vapeur à l'aide d'un mécanisme ingénieux, et qui retombe sur la loupe par son propre poids. Il présente le précieux avantage d'être manié avec la plus grande facilité : on peut à volonté accélérer ou retarder les coups, augmenter ou diminuer la volée, en sorte qu'on peut aussi bien casser légèrement une noisette sans briser l'amande que rompre une forte barre de fer. Ce marteau rend les plus grands services

à la métallurgie du fer, et, sans lui, on ne pourrait forger ces énormes pièces dont on a besoin dans l'industrie, comme par exemple les roues de locomotives ou les arbres de roues motrices.

La loupe étant cinglée sous le marteau-pilon, on l'étire en barres en la faisant passer dans les *laminoirs*. Un train de laminoirs comprend deux *équipages* formés chacun par deux cylindres superposés qui présentent à leurs surfaces des cannelures de formes diverses. Le cylindre inférieur, mis directement en mouvement par la machine, communique son mouvement au supérieur à l'aide d'engrenages; ces deux cylindres tournent ainsi en sens contraire. Le premier équipage, dit *dégrossisseur,* présente des cannelures à section ogivale dont les dimensions vont en diminuant progressivement; c'est celui dans lequel on passe d'abord la loupe cinglée, en commençant par les plus grandes cannelures et finissant par les plus petites. Le second équipage, ou *équipage finisseur,* est muni de cannelures rectangulaires disposées de telle manière que les disques saillants de l'un des cylindres entrent dans les parties creuses de l'autre; le fer y prend la forme de barres plates.

169. — Le fer que l'on obtient ainsi n'est pas encore du *fer marchand;* c'est du *fer brut.* Il est assez impur, mal soudé, rempli de *pailles,* et par suite de qualité très-médiocre; il ne peut servir qu'à un nombre d'usages très-restreint. Avant d'être propre à être employé dans l'industrie, il doit être soumis à

de nouveaux corroyages qui achèvent de le purifier et qui l'améliorent.

Pour cela, on découpe avec une cisaille les barres de fer brut, et, en superposant ces morceaux, on en fait des paquets que l'on réchauffe dans un four à réverbère spécial, appelé *four à souder,* qui diffère peu du four à puddler. Quand les paquets sont à la température du blanc soudant, on les retire du four et on les fait passer dans de nouveaux laminoirs, exécutés avec plus de soin que ceux qui travaillent le fer brut. Sous l'influence de la pression, les différentes pièces se soudent ensemble et donnent des barres de fer bien homogènes.

Pour fabriquer 100 kilog. de fer marchand à la houille, il faut environ 130 kilog. de fonte et à peu près la même quantité de combustible.

Fabrication de la tôle.

170. — La *tôle* est du fer réduit en feuilles. On la fabrique généralement avec des fers corroyés amenés à l'état de barres plates, et découpés à la cisaille en morceaux appelés *bidons,* dont la longueur est égale à la largeur que doit avoir la feuille.

Les bidons, chauffés préalablement dans un four à souder, passent plusieurs fois entre des cylindres pleins en fonte dont on diminue progressivement chaque fois l'écartement au moyen de vis de serrage. Le métal s'allonge, mais il arrive un moment où sa température n'est plus assez élevée; on réchauffe alors les plaques dans des *fours dormants,* ainsi

nommés parce qu'il n'y a presque pas de tirage dans ces fours; il faut en effet éviter avec soin l'introduction d'une trop grande quantité d'air, car les surfaces s'oxyderaient et les plaques pourraient être brûlées et même trouées.

Les plaques réchauffées sont soumises de nouveau à l'action de deux cylindres pleins, ou *cylindres finisseurs,* qui leur donnent les dimensions et l'épaisseur voulues. Ces cylindres ne diffèrent des premiers qu'en ce qu'ils sont plus durs et ont été tournés avec plus de soin. On rogne ensuite à la cisaille les bouts des feuilles, de manière à leur donner des angles bien nets.

Quand on veut obtenir de la tôle mince, comme par exemple celle qui doit servir à la fabrication du fer-blanc, on l'amène d'abord à une faible épaisseur, après quoi on en superpose un certain nombre de feuilles que l'on passe ensemble au laminoir.

On obtient des tôles de différentes qualités, suivant qu'on emploie du fer puddlé ou du fer au charbon de bois. Pour les tôles très-minces, ce dernier fer peut seul être employé.

Pour les qualités communes, on peut simplifier notablement la fabrication; on fait alors des *tôles directes* au lieu de *tôles sur bidons*. Dans ce but, on avait essayé, il y a quelques années, de passer la loupe martelée dans un laminoir à cannelures plates qui en formait des barres brutes, lesquelles étaient soumises immédiatement à l'action du laminoir à tôle; mais, l'épuration du fer étant trop incomplète,

on n'obtenait ainsi que des produits très-médiocres. Actuellement la fabrication des tôles directes consiste à passer les paquets de fer brut dans le laminoir à cannelures plates, à découper les barres chaudes à la longueur convenable et à les passer ensuite dans le laminoir à tôle.

Les tôles directes reviennent à un prix moins élevé que les tôles ordinaires; comme on supprime le réchauffage des bidons, on diminue notablement la consommation de combustible et le déchet sur le fer.

171. — Les tôles sont souvent chauffées dans de grandes caisses en fonte hermétiquement fermées, desquelles on ne les retire qu'après un refroidissement lent. Cette opération, qui s'appelle le *recuit,* a pour but de leur donner de l'élasticité et d'en diminuer un peu la dureté.

Quand elle est destinée à certains usages spéciaux, comme à la fabrication des fermoirs de porte-monnaie, des boucles, des boutons, etc., la tôle est *décapée,* c'est-à-dire débarrassée de la couche mince d'oxyde qui la recouvre toujours. Il suffit pour cela de la tremper dans un bain composé d'eau et d'acide sulfurique, dans lequel on introduit un peu de goudron qui modère l'attaque; l'acide dissout l'oxyde et n'agit pas sensiblement sur le métal. Quelquefois, pour les qualités supérieures, on décape d'abord les plaques avant qu'elles ne soient arrivées à leurs dimensions définitives, puis on décape une seconde fois les feuilles de tôle. Les plaques étant décapées, les petites scories

superficielles sont enlevées, et il ne se produit plus de creux ni de rayures au laminage; on obtient ainsi de belles surfaces bien unies.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES SUR LA MÉTALLURGIE DU FER.

172. — La production de la fonte et du fer en France a suivi, depuis le commencement de notre siècle, une marche rapidement croissante, qui s'est surtout accusée dans ces dernières années; en moins d'un demi-siècle cette production a plus que décuplé. C'est ce que montre le petit tableau suivant :

Années.	Nombre de tonnes de fonte.	Nombre de tonnes de fer.
1820	112,500	74,200
1830	266,360	148,468
1840	347,773	237,337
1850	405,653	246,196
1855	849,296	557,217
1860	880,286	559,384
1863	1,180,000	705,500
1865	1,168,300	812,000
1866	1,253,100	811,900

Les chiffres relatifs à l'année 1867 n'ont pas encore été publiés par l'administration des mines; toutefois nous pouvons dire qu'ils sont un peu inférieurs à ceux de l'année précédente.

Il ne sera pas sans intérêt de dire ici que, d'après les recherches de M. Hewitt, l'un des plus grands maîtres de forges des États-Unis, on peut évaluer à 9 millions 1/2 de tonnes la production annuelle du fer

dans le monde. En admettant que la population de la terre soit d'environ un milliard d'habitants, la proportion serait de 9 k. 500 par tête. Mais la consommation du fer varie beaucoup, on le sait, dans les différentes contrées : en Angleterre, elle est de 85 k. 750 par tête; en France, elle descend à 32 kilog. L'Angleterre fournit à elle seule près de la moitié du fer que met en œuvre le monde entier.

Les prix du fer sont assujettis à des variations brusques qui tiennent à des causes très-diverses et souvent difficiles à apprécier. Néanmoins on peut dire que, d'une manière générale, ces prix ont suivi une marche inverse de celle de la production; dans ces 7 dernières années notamment ils ont diminué de près d'un quart. Voici un aperçu des prix auxquels se vendaient, à différentes époques, les fers laminés marchands sur la place de Paris :

Années.			Années.			
1826....	54 fr.	les 100 k.	1859....	25 fr.	50	les 100 k.
1833....	37	—	1861....	24	»	—
1836....	45	—	1862....	24	50	—
1842....	35	—	1863....	22	50	—
1845. ..	29	—	1864....	21	50	—
1847....	38	—	1865....	21	»	—
1850....	25	—	1866....	21	»	—
1853....	32	—	1867....	20	50	—
1856....	37	—				

173. — La baisse considérable qui s'est manifestée dans les prix, ou, si l'on veut, l'énorme augmentation de production, puisque ces deux faits sont connexes,

a eu une heureuse influence sur les progrès de la métallurgie ; les maîtres de forges, qui s'engourdissaient autrefois dans une nonchalante sécurité, ont dû s'ingénier et chercher les meilleures combinaisons possibles. Il en est résulté qu'un grand nombre de petites usines, pourvues d'un outillage défectueux ou placées dans de mauvaises conditions économiques, ont fatalement disparu pour faire place aux grands établissements ; le métal qu'elles fabriquaient était sans doute de qualité supérieure, mais il était cher, et il a été avantageusement remplacé par le fer puddlé, qui est d'une qualité suffisante pour la plupart des destinations habituelles.

C'est ainsi que, dans les Ardennes, ces nombreuses petites forges, dispersées sur toute la superficie du département, et qui, depuis des siècles, fabriquaient toujours le même fer suivant les mêmes méthodes, ont dû fermer à jamais leurs portes. Ces usines sont passées maintenant à l'état de curiosités archéologiques et elles n'offrent plus d'intérêt qu'au point de vue de l'histoire de la métallurgie. On se demande, non sans un certain étonnement, comment pouvaient marcher la plupart de ces usines, dont quelques-unes étaient si peu abordables qu'il fallait y amener le minerai ou en sortir les produits à dos de mulet.

Cette révolution dans la métallurgie, à laquelle on ne pourrait trouver de précédent sans remonter à des époques reculées, est due à trois causes principales : 1° la substitution du combustible minéral au combustible végétal ; 2° le développement des voies de trans-

port et surtout des voies ferrées ; 3° le Traité de commerce conclu en 1860 entre la France et l'Angleterre.

C'est surtout depuis une trentaine d'années que la tendance de la substitution de la houille et du coke au charbon de bois se manifeste en France ; cependant, dans nos forges, la fabrication du fer à la houille ne l'emporte définitivement sur celle du fer au bois qu'à dater de 1853. Il est inutile d'insister sur les conséquences de cette introduction des méthodes anglaises, plus économiques et plus expéditives ; on les comprend sans peine.

On attribue généralement au Traité de commerce de 1860 une influence beaucoup plus grande que celle qu'il a réellement exercée. Déjà, quelques années avant 1860, les maîtres de forges avaient compris la nécessité de modifier les conditions de leurs usines et de concentrer la fabrication dans de vastes établissements ; le Traité de commerce n'a fait que précipiter cette transformation. Nous croyons que, malgré l'abaissement des droits d'entrée sur les fers étrangers, la métallurgie française peut soutenir honorablement la lutte avec la métallurgie anglaise ; si cette dernière a pour elle l'avantage de pouvoir se procurer la houille à des prix inférieurs et les capitaux à un taux relativement minime, la main-d'œuvre est plus chère, les tarifs des voies ferrées et des canaux plus lourds, la concurrence intérieure plus grande en Angleterre qu'en France ; ajoutons que le minerai rendu aux usines britanniques revient en moyenne à un prix plus élevé que dans nos forges.

La quantité de fer versée chez nous par la métallurgie anglaise est du reste insignifiante : elle n'atteint pas le sixième de notre production, et encore la plus grande partie en est réexportée. Ce mouvement a été facilité par les *acquits-à-caution*, sortes de récépissés ou d'effets négociables comme une lettre de change, qui autorisent l'entrée temporaire en franchise des produits étrangers.

Les acquits-à-caution, dont le principe est posé dans la loi du 5 juillet 1836, et qui ont été ensuite réglementés par différents décrets, ont donné lieu aux débats les plus passionnés. Sans doute, ils nous permettent d'étendre notre marché, de procurer à nos ouvriers un travail supplémentaire, et par suite de favoriser le développement de toutes les industries qui mettent en œuvre le fer, la fonte et l'acier; mais, par le trafic auquel ils donnent lieu, ils lèsent souvent un intérêt très-sérieux : celui des maîtres de forges. C'est grâce à ce système que des fers de Suède, d'une qualité égale ou même supérieure à celle de nos meilleurs fers au bois, reviennent à Charleville, après avoir été laminés, à 36 ou 38 fr. les 100 kilog. Il ne nous appartient pas de décider dans cette délicate question dont il nous suffit d'avoir signalé l'importance.

Il est presque impossible de déterminer la part exacte qui revient aux chemins de fer dans les transformations de l'industrie métallurgique. Mais cette part est certainement très-considérable, car il n'est peut-être pas une autre industrie qui doive compter autant que celle-ci avec la question des voies de transport;

en effet, les matières qu'elle met en œuvre n'ont pour ainsi dire aucune valeur sur les lieux où on les extrait et n'en acquièrent que par le déplacement. Aussi, si les voies ferrées ont amélioré la situation de certains établissements au point de vue de l'approvisionnement du combustible, elles en ont favorisé d'autres au point de vue de l'approvisionnement du minerai ou de la vente des produits, et la lutte se trouve déplacée sans être anéantie.

174. — Le département des Ardennes est entré résolûment dans la voie du progrès, et s'il n'occupe plus, comme il y a une vingtaine d'années, le second rang parmi les départements producteurs de fer, il tient cependant encore une place importante dans la métallurgie française par le chiffre de sa production qui est environ 1/20 de celle de toute la France.

En 1866, le département des Ardennes comptait encore 64 usines à fer, dont 50 en activité. Les feux en marche étaient : 10 hauts-fourneaux (dont 8 au charbon de bois et 2 au coke), 26 feux d'affinerie, 55 fours à puddler et 145 fours à réchauffer (y compris les fours dormants).

La force motrice de ces usines se composait, à la même époque, de :

101 moteurs hydrauliques de.	1,230 chevaux.
50 machines à vapeur de....	1,340 —
En tout..........	2,570 chevaux.

Le nombre total d'ouvriers employés était de 1,600.

Actuellement il n'y a plus que 4 hauts-fourneaux

(dont 3 au charbon de bois) en marche, et il est peu probable que les autres se rallument. Le nombre des feux d'affinerie activés s'est réduit de plus de moitié. Quant aux fours à puddler et aux fours à réchauffer, ils sont à peu près en même quantité.

Parmi les usines les plus importantes, nous citerons celles de Vireux, La Val-Dieu (Monthermé), Saint-Charles (Charleville), Flize, Brévilly, Messempré-Carignan et Blagny.

Il est à remarquer que la production de la fonte dans le département des Ardennes a continuellement baissé pendant ces dernières années; aussi l'avenir métallurgique de ce département nous paraît être dans la fabrication du fer et spécialement de la tôle. Le voisinage d'un important marché de fer et la consommation considérable de ce métal, que l'on fait dans le pays même, garantissent aux forges bien situées des débouchés certains.

On comprend que, par suite de l'abaissement considérable du prix de vente et de la cherté relative des minerais de fer, la fonte ne puisse plus se fabriquer dans les Ardennes à des prix de revient rémunérateurs. C'est à la Moselle et à la Meurthe, pourvues de riches gisements d'une exploitation facile, que doit être réservée cette fabrication. Mais en ce qui concerne le fer, le département des Ardennes est au moins aussi bien placé que la Moselle et la Meurthe, car la main-d'œuvre et le combustible y sont à peu près au même prix, et, si les fontes y reviennent un

peu plus cher, il y a un transport moins considérable pour l'écoulement des produits.

Pour montrer comme la production de la fonte a baissé depuis plusieurs années, nous dirons simplement que, dans la période 1853–58, l'une des plus florissantes pour la métallurgie ardennaise, on fabriquait, année moyenne, 48,000 tonnes de fonte, dont 30,000 au charbon de bois, et que, dans l'année 1866, la production n'en a été que de 19,023 tonnes, dont 7,305 au charbon de bois.

Voici, d'ailleurs, quelques chiffres qui feront juger de l'importance de la fabrication pendant l'année 1866 :

	Poids.	Valeur.
Fonte au charbon de bois (1)...	7,305 t.	1,140,572 fr.
— au coke................	11,718	1,080,220
	19,023	2,220,792
Fer marchand au charbon de bois.	2,165	746,925
— à la houille	25,030	5,531,630
— aux deux combustibles	1,123	476,594
Tôle au charbon de bois.......	3,116	1,420,987
Tôle puddlée et tôle mixte.....	13,047	3,652,942
	44,481	11,829,078

En 1867, la production a été un peu moindre, par suite de la fermeture de deux usines considérables :

	Poids.	Valeur.
Fonte (1)....................	14,754 t.	1,663,613 fr.
Fer..........................	26,230	5,841,457
Tôle.........................	15,454	4,933,225

(1) Ces chiffres se rapportent à la fonte brute et à la fonte moulée en première fusion.

On remarquera que la tôle entre pour une forte proportion dans le chiffre total de la production. Ce produit est, ainsi que nous l'avons déjà dit, une spécialité du département des Ardennes, et les tôles de Messempré et de Blagny ont dans le commerce une réputation méritée; ces deux usines, dont la première occupe plus de 500 ouvriers, emploient presque tous leurs fers à cette fabrication. Les tôles des autres établissements sont en grande partie transformées en clous dans les environs de Charleville.

Mise en œuvre du fer.

175. — On ne s'étonnera plus du prodigieux développement de l'industrie métallurgique, si l'on songe aux usages si multiples et si variés auxquels se prête le fer. Ce métal remplit à notre époque tant de fonctions diverses qu'il tient lieu de beaucoup de substances métalliques différentes, et cependant chaque jour voit encore s'augmenter la liste déjà si longue de ses applications.

Il sert à la confection des outils de toutes les professions, les plus humbles comme les plus délicates, à l'édification des bâtiments, à l'érection des ponts, à la construction des voies nouvelles. On ne se contente même plus de faire des planchers et des charpentes avec le fer; on en fait des bâtiments entiers, comme les Halles centrales de Paris. Ce sera un des caractères de notre siècle que cette substitution du fer à tous les autres matériaux de construction; il en est

résulté une architecture nouvelle qui ne manque pas de grandeur ni d'originalité.

Les machines fixes, les machines marines, les locomobiles, les locomotives, tous ces merveilleux engins qui exécutent le travail de plusieurs millions d'hommes, ne peuvent se construire qu'en fer.

La guerre elle-même vient emprunter à la métallurgie du fer des moyens puissants d'attaque et de défense. Les canons, les boulets, sont en fer, en fonte ou en acier; les navires se recouvrent d'épaisses cuirasses de fer, et, dans la carcasse de l'un d'eux, il entre souvent jusqu'à 3 millions de kilog. de métal, c'est-à-dire plus que ne produisait autrefois en 5 ou 6 ans une seule de nos petites forges.

176. — Le département des Ardennes est très-intéressant à étudier au point de vue de la mise en œuvre de la fonte et du fer. Sans doute on n'y trouve aucun de ces magnifiques ateliers, comme il en existe sur plusieurs points de la France; dans lesquels on fabrique ces énormes pièces demandées par l'industrie; le travail auquel il se livre est plus modeste; mais ce travail fait vivre une nombreuse population ouvrière, et, sous ce rapport, il est digne de fixer quelques instants notre attention.

Dans une partie des arrondissements de Mézières, Rocroi et Sedan, surtout dans la vallée de la Meuse, entre Charleville et Givet, il y a un grand nombre de villages dont tous les habitants se livrent au travail du fer. La population de ces villages industriels s'est gé-

néralement accrue et s'accroît encore avec rapidité; ainsi Nouzon a vu sa population quadrupler en 15 ans et atteindre le chiffre de 4,500 habitants; Château-Regnault, qui en 1832 n'avait que 400 ouvriers ferronniers, en compte maintenant plus de 1,500; nous pourrions citer une foule d'autres exemples. Dans cette industrieuse vallée de la Meuse, on entend partout le bruit du marteau, et chaque village a pour ainsi dire sa spécialité : ici on ne fait que des clous, là des fers à tuyauter, plus loin des pièces de carrosserie, ailleurs des boulons, etc. C'est là l'une des raisons qui font le bon marché et en même temps la supériorité des produits ardennais; il est évident qu'un ouvrier qui fait toujours la même pièce ne peut manquer d'arriver à exécuter cette pièce avec célérité et perfection. Malheureusement, si les ouvriers sont habiles, ils ne sont pas toujours économes, et le fruit de leur travail sert souvent à tout autre usage qu'à la satisfaction des besoins de la famille.

Nous avons déjà parlé du moulage de la fonte (§ 160-165), et nous avons décrit quelques-uns des procédés suivis dans cette industrie. Nous ajouterons ici quelques renseignements statistiques qui compléteront ce que nous avons dit.

Les fonderies en seconde fusion sont actuellement au nombre de 30 et sont surtout répandues dans la vallée de la Meuse. Elles possèdent 42 cubilots qui, ajoutés aux 28 qui se trouvent dans les usines métallurgiques proprement dites, donnent un chiffre total de 70. Les plus importantes de ces fonderies sont

celles de Charleville et du Pied-Selle (Fumay), dont la première occupe environ 150 ouvriers et la seconde 120.

La fabrication des moulages en première fusion est relativement peu développée; elle n'est plus pratiquée que dans les hauts-fourneaux de Signy-le-Petit, Haraucourt et Apremont.

En 1867, la production totale en fonte moulée deuxième fusion a été de 22,000 tonnes, représentant une valeur de 5,945,000 fr. Les objets fabriqués consistent en appareils de chauffage, poteries, fontes d'ornement, tuyaux, plaques, boulets, pièces mécaniques, coussinets pour rails, boites à graisse pour wagons, etc., etc.

Le nombre des ouvriers employés est de 1,850; leur salaire moyen est de 4 fr. par jour.

En ce qui concerne la mise en œuvre du fer, voici l'énumération des principaux objets fabriqués, avec l'indication des centres importants de fabrication : chaudières à vapeur (Sedan), machines à vapeur et machines-outils (Rethel, Mézières, Sedan), enclumes (Donchery), clous (environs de Charleville), boulons (Braux, Château-Regnault), charnières et fiches (Vrignes-aux-Bois, Vivier-Aucourt), fers à friser et à tuyauter (Joigny), ferrures de bâtiments, pelles et pincettes (Nouzon), ferrures de voitures (Warcq), boucles et éperons (Raucourt), poèles à frire, pelles, pioches, fléaux de balance (vallée de la Givonne), etc.

Le poids de tous ces produits s'élève, en nombre rond, à 32,000 tonnes représentant une valeur de

21 millions de francs. Le nombre des ouvriers employés atteint le chiffre de 11,000.

Si l'on ajoute à ces chiffres ceux qui sont relatifs au moulage de la fonte, on verra que la mise en œuvre de la fonte et du fer occupe, dans le département des Ardennes, 12,850 ouvriers, et que le chiffre de la vente des produits est de 26,945,000 fr. Ces chiffres n'ont pas besoin de commentaires; ils montrent la grande importance du travail du fer dans notre département.

Il nous est impossible de faire entrer dans le cadre restreint qui nous est imposé la description des procédés de fabrication d'objets aussi variés; nous nous bornerons à en étudier rapidement quelques-uns parmi les plus importants. Nous commencerons par dire quelques mots des chaudières et des machines à vapeur, ces organes essentiels à toutes les industries; nous passerons ensuite à la fabrication des enclumes, puis, pour terminer, à celle des clous, des boulons et des charnières.

177. — On fabrique les chaudières à vapeur avec des feuilles de tôle de 10 à 12 millimètres d'épaisseur, que l'on courbe et que l'on assemble à l'aide de rivets posés à chaud.

Pour la construction des machines, le travail est plus compliqué et il est nécessaire d'avoir recours aux connaissances théoriques qui constituent la science de l'ingénieur. Toutes les pièces qui composent une machine doivent avoir été étudiées dans leur forme et

dans leurs dimensions, et on ne travaille que sur des plans soigneusement dressés tant pour l'ensemble que pour le détail.

Grâce aux progrès réalisés dans les arts mécaniques, on possède maintenant des outils qui exécutent toutes les indications de la science, et qui travaillent et assouplissent le fer avec la même facilité que le bois. L'un rabotte et polit le métal, l'autre le dresse ou le taille en biseau; celui-ci le perce, celui-là y découpe des mortaises ou des tenons, cet autre y fait des filets de vis. L'ouvrier n'est plus qu'un surveillant, délivré de tout travail matériel, et dont la seule besogne consiste à guider ces ingénieux outils.

L'acier, qui prend une grande dureté par la trempe, est la pièce principale de tous ces outils, celle à l'aide de laquelle on attaque la fonte ou le fer. Il n'est attaqué lui-même que par le grès, et c'est sur des meules en grès, tournant d'un mouvement continu, qu'on affûte le taillant des outils.

L'importance de l'industrie dans le département des Ardennes a déterminé la création d'un assez grand nombre d'ateliers de construction et de réparation de machines; les principaux se trouvent à Mézières, à Rethel et à Sedan. Les grands établissements sont d'ailleurs toujours munis d'un petit atelier de réparation.

La Compagnie des chemins de fer de l'Est possède à Mohon des ateliers dans lesquels on répare le matériel et on fabrique différents organes de locomotives, de wagons, etc.

178. — La petite ville de Donchery a depuis longtemps le monopole de la fabrication des enclumes dans le département des Ardennes, et elle fournit de produits estimés une partie du Nord et de l'Est de la France. Les deux usines qu'elle possède produisent environ 1,600 enclumes par an, du poids de 50 à 400 kil., qui se vendent en moyenne à raison de 1 fr. le kil. Cette industrie occupe 90 ouvriers.

Le corps d'une enclume est en fer à la houille ou en fer au bois, suivant la qualité que l'on veut obtenir. La surface supérieure, sur laquelle on bat les métaux, ayant besoin d'être dure et lisse, est recouverte d'acier ; les extrémités, ou *bigornes*, sur lesquelles l'ouvrier façonne différentes pièces, sont également revêtues d'acier.

Pour faire une enclume, on commence par forger au marteau-pilon une masse de fer à laquelle on donne la forme du corps ; puis on y soude deux morceaux de fer qui doivent constituer les bigornes. Il s'agit alors de recouvrir d'acier la table et les bigornes : dans ce but, on prend des petits bouts d'acier, de 2 à 3 centimètres de longueur, que l'on place les uns à côté des autres et dont on forme une trousse carrée maintenue par un lien de fer. On soude les différentes parties de cette trousse de manière à en faire une planche que l'on soude ensuite elle-même sur la table comme une mise. Pour les bigornes, on emploie des trousses de forme triangulaire.

Il ne reste plus qu'à buriner et à limer la surface

supérieure qui devient ainsi bien unie, et à la tremper pour rendre à l'acier les propriétés qu'il a perdues par une haute température.

On a essayé de faire des enclumes en fonte avec table en acier. Ce procédé n'a pas encore réussi : la fonte et l'acier ne se soudent pas très-bien et se séparent avec l'usage.

179. — La fabrication des clous forgés a été introduite dans les Ardennes par des Liégeois qui, à la suite du sac de leur ville par Charles-le-Téméraire (1468), vinrent s'établir dans les environs de Mézières. Pendant de longues années, cette industrie ne cessa de grandir et de prospérer jusqu'à ce que, vers 1827, la clouterie mécanique, importée d'Angleterre, vint lui faire une concurrence redoutable. Les clous à la main, et surtout les clous à ferrer, occupent cependant encore 4,000 à 5,000 ouvriers ; on peut évaluer à 6,000 tonnes le poids des produits fabriqués, et à 4,800,000 fr. la valeur de ces produits.

C'est avec de la tôle que l'on fait presque tous les clous à la mécanique. La tôle, après avoir subi l'opération du recuit qui lui donne de la douceur et de l'élasticité, est débitée par des cisailles en longues bandelettes dont la largeur est égale à la longueur que doit avoir le clou ; on s'arrange de façon que le nerf du fer se trouve suivant l'axe du clou. Ces bandelettes sont ensuite livrées à des métiers très-ingénieux qui les découpent en travers et font la

pointe et la tête avec une grande rapidité ; un métier peut livrer jusqu'à 200 clous par minute.

Les dimensions de ces clous sont souvent très-faibles ; ainsi on en fait qui ne pèsent que 3 centigr. la pièce (soit 1,000 pour 30 gr. de fer) ; le prix de ces petits clous est de 260 fr. les 100 kilog. Les clous les plus gros que l'on puisse fabriquer à froid pèsent 10 gr. (soit 1,000 pour 10 kilog.). Le prix moyen de vente est de 50 fr. les 100 kilog.

L'usine de Saint-Marceau produit des clous à biseau qui sont destinés à la construction des navires et des bâtiments. Comme ces clous sont d'assez grandes dimensions, on est obligé de les fabriquer à chaud ; à cet effet la tôle est débitée en fragments carrés que l'on chauffe au rouge dans un petit fourneau et que l'on passe ensuite dans des métiers différents des précédents ; ces métiers découpent la tôle rouge en petites bandelettes étroites qu'ils allongent sur une grande partie de leur longueur pour former le biseau, et qu'ils aplatissent à l'extrémité opposée pour faire la tête.

On galvanise souvent les clous en les plongeant dans un bain de zinc fondu ; la couche de métal qui se dépose à la surface garantit le fer de toute oxydation et par suite en prolonge la durée. Cette opération a une grande importance lorsque les clous doivent être enfoncés dans le bois ; on a constaté en effet que l'oxydation du fer se produit aux dépens de la matière ligneuse et la détruit rapidement.

Les clous à la mécanique n'ont jamais des arêtes

bien nettes ; on les ébarbe en les faisant simplement rouler les uns contre les autres dans des tonneaux. Mais il faut s'abstenir d'ébarber les clous de construction ; les aspérités qui les recouvrent jouent un rôle utile en augmentant l'adhérence du fer avec le bois.

Quand on veut blanchir les clous, on les agite dans des tonneaux avec des rognures de cuir qui les polissent.

Depuis quelques années, on fait des essais de fabrication de clous à ferrer par des moyens mécaniques. De tous les procédés qui ont été tentés, un seul nous paraît pouvoir devenir pratique : c'est celui qui est suivi à l'usine de Mohon. On se sert de barres de fer munies sur un des longs côtés d'un bourrelet saillant dans lequel doit être prise la tête, et, à l'aide d'un métier analogue à celui des clous de construction, on fabrique d'abord des clous à biseau. On fait ensuite la pointe à l'emporte-pièce, et la tête à l'aide d'une matrice.

On ne peut employer, pour la fabrication des clous à ferrer mécaniques, que des fers d'une nature spéciale. Dans les barres de fer ordinaire, le nerf se trouve dans le sens du laminage, c'est-à-dire suivant la longueur des barres, et, comme les clous sont pris dans la largeur, on voit que ce nerf serait placé perpendiculairement aux clous, ce qui nuirait à la résistance. On n'a pu remédier à ce grave inconvénient qu'en employant des fers de Suède qui sont presque entièrement à grain.

Il est nécessaire de recuire ensuite ces clous dans des vases en fonte fermés que l'on chauffe au rouge. Cette opération se pratique quelquefois aussi sur les clous ordinaires fabriqués à la mécanique.

Les clous à ferrer mécaniques se vendent de 75 à 80 fr. les 100 kilog., soit environ 10 fr. de moins que les clous à la main.

La clouterie mécanique tant à chaud qu'à froid fournit chaque année au commerce 6,100,000 kilog. de produits d'une valeur de 3,035,000 fr. ; les usines, qui sont au nombre de 10, occupent 480 ouvriers. La plus importante de ces usines est celle de La Forge, près Mohon; elle fabrique à peu près le tiers de la production totale du département.

Si l'on réunit ces chiffres à ceux que nous avons donnés pour la clouterie à la main, on verra que, en résumé, la fabrication des clous dans les Ardennes donne du travail à près de 5,480 ouvriers, et que la valeur des produits atteint le chiffre de 7,835,000 fr. Cette industrie est de beaucoup la plus considérable de toutes celles qui mettent en œuvre le fer.

Les ouvriers cloutiers ont trouvé dans la race canine d'utiles auxiliaires, et les services que rendent ces animaux dévoués méritent une mention dans un ouvrage consacré à l'industrie. A l'aide d'une roue, mécanisme analogue à celui des anciens tournebroches, ils mettent en mouvement le soufflet qui active la forge de leur maître; puis, quand chacun d'eux a effectué ce travail pendant un temps déterminé, il quitte sa roue avec une régularité mathéma-

tique et va appeler son remplaçant pour dormir ou flâner jusqu'à ce que son tour revienne. Le cloutier reconnaissant traite du reste ses chiens avec égards : il les nourrit comme lui, il leur fait même prendre le café dans les grands jours. Dans quelques villages industriels du département, comme Montcy, Braux, Levrezy, etc., il y a de véritables armées de chiens.

180. — La *tréfilerie,* ou fabrication du fil de fer, n'est pas très-développée dans le département des Ardennes, et cette industrie n'a pour but que de fournir des matières premières à la confection des clous à souliers, à pointe courte et à grosse tête.

Le fer que l'on emploie doit être de bonne qualité, tenace et ductile. On commence par le transformer dans les forges en tiges rondes de 8 à 10 millim. de diamètre; pour cela, les barres de fer carrées produites par les laminoirs ordinaires sont découpées en morceaux que l'on réchauffe au blanc, puis que l'on fait passer dans les cannelures d'un laminoir à trois cylindres superposés, animé d'une grande vitesse.

Les tiges rondes sont enroulées en cercles après leur refroidissement; pour les rendre plus malléables, on recuit ces cercles au rouge sombre dans des caisses en fonte bien lutées.

On transforme les tiges en fils en les faisant passer dans des trous ronds et de grosseur décroissante, percés dans une plaque d'acier appelée *filière.* A cet effet, on enroule la tige sur une bobine, on en effile l'extrémité en pointe et on la fait entrer dans le pre-

mier trou de la filière. Une seconde bobine en fonte, mise en mouvement par une machine à vapeur, porte une pince qui saisit la tige de fer au sortir de la filière et la force à s'enrouler autour de cette bobine.

Quand tout le fil a passé par le premier trou de la filière, on l'enroule de nouveau sur la première bobine, puis on le fait passer dans le second trou, après en avoir appointé l'extrémité. On continue ainsi jusqu'à ce que le fil ait le diamètre désiré; mais comme, par cet étirage prolongé, le fer devient très-cassant et finirait infailliblement par se rompre, on est obligé de le recuire de temps en temps.

Les fils de fer sont souvent décapés dans un bain d'acide sulfurique étendu d'eau. Cette opération a le même but que celle que l'on fait subir à la tôle (§ 171).

Pour fabriquer des clous avec du fil de fer, on fait passer le fil dans un métier de construction très-ingénieuse et pourtant très-simple. Il est d'abord étiré sur une faible longueur, puis la pointe est formée par quatre lames qui découpent en pyramide cette partie étirée, tandis que la tête est refoulée par un coup de mouton sur la partie non étirée.

L'usine la plus importante pour la fabrication de ces clous spéciaux est celle de Charleville, qui en produit annuellement 540,000 kilog. représentant une valeur de 550,500 fr. et occupe environ 50 ouvriers.

181. — Tout le monde sait qu'un *boulon* est une grosse cheville de fer munie d'une tête à une extrémité, et dont l'autre extrémité est filetée et peut rece-

voir une pièce de fer creusée intérieurement en spirale. Cette pièce de fer, qui se visse sur la partie filetée du boulon, porte le nom d'*écrou*.

On fabrique les boulons avec des barres de fer rond que l'on découpe, à l'aide d'une cisaille, en morceaux de longueur convenable ; un ouvrier prend un de ces morceaux, le fait rougir au feu de forge, l'introduit dans un trou placé dans un enclume, puis il refoule au marteau la tête et la partie carrée ; quand cette partie doit avoir une trop grande longueur, on se sert de fer carré et on fait le rond à l'étampe. La tête reçoit ensuite, à l'aide d'une petite étampe, la forme ronde, carrée ou hexagonale.

Pour fileter l'extrémité du boulon, on se sert d'une *filière* (1). C'est une plaque d'acier percée d'un trou *taraudé,* c'est-à-dire muni d'arêtes en spirale, vives et coupantes ; si l'on y fait passer le fer rond, il sera creusé en spirale par ces arêtes et un filet de vis se formera en relief. On peut à volonté produire un filet triangulaire ou un filet carré.

On fabrique l'écrou en prenant une barre de fer plate que l'on fait chauffer, que l'on enroule autour d'un fer rond de même diamètre que le boulon auquel cet écrou est destiné, et que l'on soude de manière à en former une bague à laquelle on donne ensuite une forme ronde, carrée ou hexagonale, à l'aide d'une étampe et de quelques coups de marteau. On opère quelquefois d'une autre manière : les barres de fer

(1) Il ne faut pas confondre cet appareil avec celui du même nom qui sert à la fabrication du fil de fer.

sont découpées par une cisaille en fragments carrés, et ces derniers sont en même temps percés d'un trou par un poinçon.

On taraude l'écrou, en d'autres termes on le filète intérieurement, en faisant passer dans le trou un morceau d'acier taillé en vis. Cet outil est de forme conique; les premiers filets en saillie commencent à creuser une spirale dans l'écrou, et les filets suivants, en repassant dans cette spirale, approfondissent graduellement le creux.

Les boulons et les écrous sont ensuite limés ou burinés, finis, ajustés et empaquetés.

La boulonnerie est, après la clouterie, une des industries les plus considérables de celles qui mettent en œuvre le fer dans le département des Ardennes. Elle remonte dans notre pays à l'année 1832; elle a pris un grand accroissement à partir de 1852, mais surtout de 1860. On fabrique annuellement 6 millions de kilog. de boulons qui représentent une valeur de 3 millions de francs; une partie de ces produits est exportée jusqu'en Autriche, en Russie et même en Amérique.

Cette industrie s'est surtout concentrée dans les communes de Château-Regnault, Levrezy et Braux. Autour de ces villages se sont groupés de grands ateliers dans lesquels on pratique mécaniquement le filetage des boulons et le taraudage des écrous; les outils d'une part et les écrous ou boulons de l'autre sont fixés sur des tours mis en mouvement par une machine à vapeur; l'ouvrier n'a qu'à diriger la marche

des outils et à enlever ou à remettre les pièces à travailler.

Quant à la confection du boulon et de l'écrou brut, elle s'opère à la main. Un grand nombre d'ouvriers, surtout dans la vallée de la Semois, travaillent chez eux et ils envoient aux usines le boulon prêt à être fileté et l'écrou prêt à être taraudé. Dans les ateliers, ce sont principalement des femmes et des enfants qui font marcher les tours. Il existe même de petites tarauderies que les femmes peuvent faire mouvoir à la main, chez elles, tout en vaquant aux occupations de leur ménage.

On voit donc que la boulonnerie est une industrie essentiellement philanthropique, car elle n'agglomère pas les hommes dans de grands centres et elle procure du travail aux femmes et aux enfants.

On peut évaluer approximativement le nombre des ouvriers occupés à la confection des boulons à 1,800, dont 400 femmes et 200 enfants.

Le boulon, par suite du bon marché auquel on est arrivé à le produire, tend à remplacer la vis et la pointe dans beaucoup de leurs usages, et l'emploi s'en généralise de jour en jour dans la construction des bâtiments, des navires, des machines, etc. On peut en effet, pour le prix inouï de 1 fr. 25, obtenir cent boulons de 5 millim. de diamètre sur 25 millim. de longueur. Que l'on songe à toutes les transformations par lesquelles a passé ce boulon avant d'arriver à l'état sous lequel il est livré au commerce : il a fallu se procurer le fer, le forger, tourner la tête du boulon,

fileter la tige, forger et tarauder l'écrou, ajuster le boulon et l'écrou, mettre en paquet et expédier à l'acheteur. Pour montrer avec quelle rapidité se fait le travail, nous dirons que l'on paie une femme à raison de 70 centimes pour le filetage de 1,000 de ces boulons.

182. — Il ne nous reste plus, pour remplir le programme que nous nous sommes tracé, qu'à parler de la fabrication des charnières et des fiches.

Cette fabrication est au reste fort simple. On prend des feuilles de tôle et on les découpe en bandes d'une largeur convenable, qui sont elles-mêmes découpées en fragments destinés à former les charnières. On perce dans ces fragments les trous qui servent à fixer la charnière et les ouvertures rectangulaires qui doivent former, dans le nœud d'une branche de la charnière, les vides propres à recevoir les pleins de l'autre branche. On plie la charnière percée par le milieu jusqu'à ce que les deux parties soient bien parallèles ; on introduit au fond du pli une tige de fer et l'on exerce sur le tout, à l'aide d'une presse, une compression qui a pour but de rapprocher et de resserrer les deux bords du pli et de mouler le nœud sur la tige de fer ; on retire ensuite cette tige.

Les deux branches qui composent une charnière sont emboîtées l'une dans l'autre et réunies avec une broche que l'on fait entrer dans le nœud en forçant un peu. On exerce une pression sur la charnière assemblée et étendue afin de redresser les parties qui

pourraient se trouver faussées. Il ne reste plus qu'à fraiser les trous du côté qui doit recevoir les têtes des vis avec lesquelles on fixe la charnière dans le bois, et à ébarber et polir les bords à la lime ou à la meule.

Les deux villages de Vrigne-aux-Bois et de Vivier-Aucourt fabriquent exclusivement des charnières. Cette industrie occupe environ 1,000 ouvriers, y compris les femmes et les enfants, qui produisent 3 millions de kilog. de charnières d'une valeur de 2,100,000 fr.

II.

INDUSTRIE DU CUIVRE.

NOTIONS HISTORIQUES ; PROPRIÉTÉS ET USAGES DU CUIVRE.

183. — Quoique nous manquions de documents certains sur l'industrie humaine dans les premiers âges du monde, nous avons toute raison de croire que le cuivre a été le métal usuel le plus anciennement connu et que l'emploi en a précédé celui du fer. Ce fait paraît ressortir avec évidence de la tradition de tous les peuples, les plus barbares comme les plus civilisés, aussi bien que de l'examen des restes des temps passés.

Moïse, dans les Écritures, cite les mines de cuivre contenues dans les montagnes de la Terre promise. D'après la tradition égyptienne, l'art de travailler le cuivre aurait été découvert au temps d'Osiris dans la

Thébaïde et importé en Grèce par Cadmus (1580 avant J.-C.). Homère nous apprend que le bronze était employé pour la confection des armes à l'époque de la guerre de Troie. Si l'on en croit l'étymologie du mot *cuivre*, qui vient de *kupros*, nom grec de l'île de Chypre, ce serait de cette île que les Grecs tiraient le métal qu'ils mettaient en œuvre.

Sans remonter à des époques anté-historiques, nous savons que les anciens, alors même que le fer était déjà découvert depuis longtemps et qu'on savait le travailler, appliquaient à tous les usages le cuivre pur ou allié avec l'étain. C'est avec cet alliage, connu sous le nom d'*airain*, qu'ils fabriquaient une foule d'outils que l'on fait de nos jours plus utilement et plus économiquement en fer : le soc de la charrue, l'enclume et le marteau du forgeron, la scie, le coin, le couteau, la hache, etc. ; ils en faisaient aussi des armes offensives et défensives, des pointes de flèche, des lances, des javelots, des épées, des casques, des cuirasses, etc. Ils étaient parvenus à façonner ce métal avec un art merveilleux, et ils savaient le durcir par la trempe, le forger et l'assouplir par le battage.

Pour l'artiste ancien, il n'y avait pas de métal plus élevé que le bronze ; c'est en bronze que sont presque tous ces admirables modèles que nous a légués l'antiquité. Maintenant encore, les objets d'art les plus précieux sont faits avec ce métal ; aucun autre ne peut l'égaler pour la solidité, pour l'inaltérabilité, pour la sonorité, pour la facilité avec laquelle il peut être poli

et ciselé, pour l'aptitude à prendre une *patine* (1) remarquable. En un mot le bronze est, dans les arts, le métal noble par excellence.

184. — Le cuivre pur est d'un beau rouge. C'est le métal le plus tenace après le fer ; quand il est tout-à-fait pur, il est même plus tenace que ce dernier ; il est en outre plus malléable et plus ductile, et l'on peut le réduire en feuilles très-minces et l'étirer en fils très-fins. Il fond à une forte chaleur rouge, soit à la température d'environ 1,000°. Il est assez difficile de mouler le cuivre pur ; les pièces que l'on obtient par le moulage sont rarement exemptes de soufflures.

Les substances étrangères, comme le carbone, le plomb, l'arsenic, l'antimoine, qui entrent souvent dans la composition du cuivre du commerce, rendent le métal plus dur, mais en même temps plus aigre et plus cassant. Le cuivre ne s'altère pas à l'air sec, mais il s'oxyde assez facilement dans l'air humide en se recouvrant d'une substance verdâtre connue sous le nom de *vert-de-gris ;* cette oxydation ne fait d'ailleurs aucun progrès au bout d'un certain temps.

Le cuivre est loin de se travailler avec la même facilité que le fer : à froid, il *s'écrouit,* c'est-à-dire qu'il devient cassant par un travail prolongé ; à chaud il est également cassant, et il ne se soude pas à lui-même. Mais il possède un avantage incontestable sur

(1) On appelle ainsi une légère teinte de vert-de-gris noirâtre qui recouvre les bronzes anciens ; on imite assez bien cette couleur à l'aide d'un vernis.

le fer : c'est sa grande homogénéité ; de cette précieuse propriété découle une grande sécurité, et c'est pourquoi les foyers de locomotives, exposés à tant de causes de rupture qui pourraient entraîner de terribles accidents, sont toujours construits en feuilles de cuivre. Si ce n'était son prix élevé, la tôle de cuivre devrait être préférée à la tôle de fer pour la fabrication de tous les générateurs à vapeur.

En outre des foyers de locomotives, on fait encore avec le cuivre pur et sans mélange d'autres pièces pour ces machines, des vases et ustensiles de ménage, des alambics, des chaudières, des feuilles pour la coque des navires, etc.

185. — Les alliages de cuivre et de différents métaux sont employés plus fréquemment dans l'industrie que le cuivre rouge. En raison de son prix inférieur, le *laiton* est presque toujours substitué à ce dernier; c'est un alliage de cuivre et de zinc auquel on donne quelquefois aussi le nom de *cuivre jaune* à cause de sa couleur. La teinte de cet alliage est d'autant plus pâle qu'il entre plus de zinc dans sa constitution.

Le laiton présente sur le cuivre rouge l'avantage d'être moins altérable, d'être plus dur, de se travailler plus facilement à froid et de ne pas produire de soufflures au moulage. Sa composition varie avec les usages auxquels on le destine ; il sert au doublage des navires et à la confection d'une quantité de pièces mécaniques ou d'appareils industriels, des objets de

chaudronnerie, des épingles, des boutons, des bijoux faux, etc.

Allié à l'étain, le cuivre est employé, sous le nom de *bronze*, pour la fabrication des pièces de machines, des ornements statuaires, des cloches, des canons, des monnaies de billon, et en général des objets moulés et plus durs que le cuivre pur.

Souvent le bronze est un *alliage ternaire* ou *quaternaire*, c'est-à-dire un alliage composé de trois ou quatre métaux. Ceux que l'on ajoute aux deux métaux essentiels sont le plomb et le zinc ; ils donnent surtout à l'alliage de la dureté, qualité très-recherchée dans certains objets, comme les coussinets de machine. Suivant les proportions relatives des éléments alliés, le métal est plus ou moins dur, plus ou moins fusible, plus ou moins cher.

Traitement des minerais de cuivre.

186. — Les minerais de cuivre sont très-divers. En plusieurs points du globe, le métal existe à l'état natif ; ainsi on le trouve généralement à la partie supérieure des filons pyriteux du Chili et du Pérou ; près du Lac supérieur, dans le Canada, on rencontre des masses énormes de cuivre qui ont été roulées par les torrents et transformées en galets.

Dans les montagnes des Cordillères, en Bolivie, on exploite des roches siliceuses imprégnées de cuivre natif et d'un peu de cuivre oxydé, dont la teneur en métal est de 5 à 7 p. 0/0. Ces roches sont réduites en

poussière très-fine, et, par des lavages successifs, on les enrichit jusqu'à les amener à la teneur de 75 à 85 p. 0/0. Les minerais, transportés à dos de lamas dans des sacs de toile, sur une grande partie du parcours, sont expédiés du port d'Arica jusqu'en Europe, où ils sont connus sous le nom de *minerais de Corocoro*. La valeur en est très-considérable; elle atteint quelquefois le chiffre de 220 fr. les 100 kilog. Ce sont surtout ces minerais que l'on traite dans les usines du département des Ardennes.

Les cuivres oxydés et carbonatés sont des minerais très-purs; on en a exploité à Chessy (Rhône); il en existe surtout dans l'Oural et dans les monts Altaï.

Le minerai de cuivre le plus répandu dans la nature est le cuivre combiné avec le soufre et le fer, et connu sous le nom de *pyrite de cuivre* ou *cuivre pyriteux*. Quand ce minerai est pur, il est composé de parties à peu près égales de cuivre, de fer et de soufre; mais presque toujours il est mélangé de pyrite de fer (1) qui en diminue notablement la richesse. Il est même souvent accompagné d'autres sulfures avec lesquels il est combiné ou simplement mélangé, comme le sulfure de plomb, le sulfure de zinc, l'arsenio-sulfure de fer, et plus rarement les sulfures d'arsenic, d'antimoine, de nickel ou d'argent. Ces différents minéraux compliquent singulièrement le traitement métallurgique. Le quartz est la gangue généralement associée aux minerais pyriteux.

(1) La *pyrite de fer* est une combinaison de soufre et de fer.

Les pays les plus riches en cuivre pyriteux sont, en Europe, l'Angleterre, la Suède, la Norwège, l'Autriche, la Saxe, la Hongrie. Dans les autres parties du monde, nous citerons le Mexique, le Chili, le Brésil, la Perse, le Japon, la Sibérie, le Cap de Bonne-Espérance, l'Australie, etc.

En France on ne connaît qu'un très-petit nombre de filons de cuivre, en Bretagne, dans les Pyrénées, et ils sont très-faiblement exploités.

187. — La production totale du cuivre en Europe est de 65,000 tonnes représentant une valeur de 176 millions de francs. La moitié au moins de cette production provient des usines anglaises du pays de Galles, qui sont presque toutes réunies à Swansea, sur le canal de Bristol, dans la plus belle situation économique qu'il soit possible d'imaginer. Viennent ensuite la Russie et la Suède pour l'importance de la fabrication du cuivre.

En France, les usines à cuivre sont très-peu nombreuses, ce qui tient non-seulement à l'absence de minerais dans notre pays, mais encore aux capitaux considérables qu'exige cette industrie. Pendant l'année 1864, on a fabriqué en France :

	10,120 tonnes de cuivre valant.......	25,416,780 f.
et	6,295 — de laiton —	14,076,752 »
en tout	16,415 tonnes valant................	39,493,532 f.

Les usines ardennaises ont fabriqué dans la même année :

	1,640	tonnes de cuivre valant.......	4,244,320 f.
et	1,720	— de laiton —	3,956,000
en tout	3,360	tonnes valant.................	8,200,320 f.

C'est donc une portion très-notable de la production française.

188. — La première usine à cuivre du département des Ardennes a été établie à Fromelennes, près Givet, en 1806. A cette époque, on n'y fabriquait que du laiton en planches ou en fils, et c'est sans doute à la proximité des usines à zinc de la Belgique qu'est due la création de cette usine. Plus tard, on fonda dans la vallée de la Houille, à Landrichamps, à Flohimont, à Flohival, à Fliment et à Ripelles, de nouvelles usines qui se bornèrent également à la fabrication du cuivre jaune.

C'est surtout en 1842, lorsqu'on commença à construire avec activité des chemins de fer en France, et lorsque les industries de la sucrerie et de la distillerie se développèrent, que les usines ardennaises prirent une réelle importance. Les propriétaires de ces usines, comprenant la nécessité d'un nouvel outillage, transformèrent complètement leur ancien matériel et établirent des appareils propres au traitement des minerais de cuivre.

Depuis 1842, l'industrie du cuivre dans les Ardennes n'a cessé de grandir et de prospérer, et la supériorité

de ses produits est attestée par des récompenses éclatantes obtenues dans les grandes Expositions.

Les usines des environs de Givet comprennent maintenant 45 fours à réverbère qui servent au traitement des minerais, à l'affinage du cuivre, à la fusion et au réchauffage ou au recuit des divers produits; il y a en outre 4 fours à creusets pour la fusion des alliages et tous les appareils de compression et d'étirage nécessaires à la fabrication.

La force totale qui active ces usines est fournie par l'eau et par la vapeur, et elle est de 435 chevaux. Le nombre d'ouvriers occupés est d'environ 500.

189. — Comme on le voit, c'est la production du laiton qui a donné naissance à ce groupe si important d'usines de la vallée de la Houille. Il ne sera peut-être pas sans intérêt de rappeler en quelques mots comment on y fabriquait cet alliage à l'origine.

On ne savait alors employer que des cuivres très-purs, que l'on faisait venir à grands frais de Suède ou de Russie. On y ajoutait de l'oxyde de zinc, provenant de la *calamine* (1) des environs de Namur et de Liége, et du charbon. Ce mélange, exposé dans des creusets à une haute température, donnait un premier produit, appelé *arcot,* qui contenait 25 p. 0/0 de zinc et 75 p. 0/0 de cuivre; l'arcot, refondu lui-même avec une nouvelle quantité d'oxyde de zinc, produisait le

(1) La *calamine* est un minerai composé de carbonate ou de silicate de zinc.

laiton que l'on coulait en planches ou en barreaux entre deux pierres de granit.

Aujourd'hui, on fabrique directement le laiton sans passer par l'intermédiaire de l'arcot. On ajoute à un bain de cuivre, maintenu en fusion dans un four à réverbère ou dans un creuset, des fragments de zinc métallique, et on coule l'alliage fondu dans des moules en fonte.

La quantité de zinc ajoutée est variable suivant les produits que l'on veut obtenir ; ainsi on distingue les alliages pour tombac (1), planches, doublages de navires, fils fins, barres, tubes de locomotives, objets martelés, etc. Dans ces alliages, auxquels on ajoute quelquefois 1/2 à 1 p. 0/0 d'étain ou de plomb, pour les rendre plus durs et d'un travail plus facile, les proportions de cuivre varient entre 63 et 90 p. 0/0 et celles de zinc entre 37 et 10 p. 0/0.

Le laiton brut est ensuite converti en objets de diverses espèces, comme nous le verrons plus loin.

190. — Le cuivre rouge est fabriqué presqu'entièrement, dans les Ardennes, avec des minerais de Corocoro ; les minerais d'autres provenances n'interviennent dans la métallurgie qu'en faibles quantités. Il arrive aussi de l'Amérique du Sud des *régules*, c'est-à-dire des minerais qui, par une première fusion opérée sur place, ont été débarrassés de leurs gangues et sont composés principalement de cuivre, de fer et

(1) Le *tombac* est un alliage riche en cuivre dont la couleur approche de celle de l'or.

de soufre; on leur donne aussi assez généralement le nom de *mattes*. Enfin on traite encore des cuivres bruts en gros blocs, de la même provenance, qui n'ont plus besoin que de l'opération du raffinage pour être amenés à l'état de cuivre rouge.

Le traitement des minerais de cuivre est une des opérations les plus laborieuses et les plus compliquées de la métallurgie ; il varie beaucoup, on le comprend, avec la nature et la richesse des minerais. Le procédé que l'on suit dans les usines des Ardennes est à peu près le *procédé gallois,* ainsi nommé parce qu'il a pris naissance dans le pays de Galles, en Angleterre.

Au point de vue du traitement métallurgique, on distingue trois classes de minerais : 1° les *minerais pauvres*, qui ont une teneur inférieure à 30 p. 0/0 de métal ; on range aussi dans cette catégorie certaines scories cuivreuses à retraiter ; 2° les *minerais moyens,* d'une teneur de 30 à 50 p. 0/0, auxquels on peut joindre les scories très-riches d'affinage et les régules de 30 à 60 p. 0/0; 3° les *minerais riches*, qui contiennent de 60 à 90 p. 0/0 de cuivre et sont à peu près exclusivement représentés par les minerais de Corocoro et les régules de 60 p. 0/0 et au-delà.

Cette classification n'a aucune analogie avec celle du pays de Galles ni des divers districts miniers où l'on traite des minerais de cuivre ; elle est basée sur les ressources ordinaires et sur les probabilités d'alimentation des usines. Elle ne comprend pas les blocs de cuivre brut qui ne sont soumis qu'à l'opération du raffinage.

Les minerais et les régules traités dans les usines ardennaises sont généralement assez purs, c'est-à-dire qu'ils ne contiennent que des traces de métaux étrangers autres que le fer et sont surtout exempts de quantités notables d'arsenic ou d'antimoine. Les minerais ne renferment point d'excès de soufre; ce métalloïde fait même le plus souvent défaut, et il en résulte que, contrairement à ce qui se passe dans la plupart des centres miniers, un grillage préalable, destiné à éliminer une portion du soufre des minerais, n'est point nécessaire.

191. — Les matières formant les deux premières classes, réduites en fragments d'une grosseur convenable, sont immédiatement livrées à la fonte, opération dont le but est de dégager le métal des parties terreuses et siliceuses qui constituent la gangue. Mais, pour atteindre ce but, il faut d'abord procéder à une analyse chimique de ces matières, à l'aide de laquelle on détermine : 1° la nature et la quantité des fondants que l'on doit introduire dans le *lit de fusion* (1); ces fondants sont ordinairement des substances calcaires ou ferreuses qui, se combinant avec la gangue, donnent lieu à des silicates fusibles; 2° la quantité de soufre dont on dispose dans le lit de fusion; le rôle de cet agent, dans le système de traitement suivi, est de la plus haute importance : en raison de son affinité pour le cuivre, il empêche le métal précieux de se com-

(1) On appelle *lit de fusion* le mélange des matières qui sont soumises à la fusion.

biner avec la silice et de passer dans les scories; si donc le minerai ne contient pas lui-même une quantité suffisante de soufre, on lui associe des régules de cuivre pauvres, ou, à défaut de ceux-ci, des pyrites de fer.

La fonte s'opère dans un four à réverbère sur la sole duquel on a étalé les matières qui constituent le lit de fusion. Voici quelles sont les principales réactions qui se produisent : le soufre, ayant plus d'affinité pour le cuivre que pour le fer, ce dernier se dépouille en partie du soufre, auquel il est combiné dans les pyrites ou les régules, au profit du premier; d'un autre côté, l'oxygène des oxydes cuivreux se porte sur le fer, et l'oxyde de fer qui en résulte s'unit à la gangue pour former les scories. Au bout d'un certain temps, toute la masse se sépare en deux parties : une matte, composée principalement de cuivre et de soufre, et des scories; un ouvrier mélange le tout à l'aide d'un ringard, afin de compléter la réaction entre les oxydes de cuivre et le sulfure de fer; puis, quand l'opération approche de la fin, il retire avec un râble les scories qui surnagent. La matte qui reste dans le four est ensuite coulée en grenailles.

On s'applique, dans cette première opération, à produire des scories contenant moins de 1/2 p. 0/0 de cuivre et que l'on puisse rejeter, tout en préparant une matte aussi riche que le permet cette condition principale. On ne peut empêcher le passage d'une faible portion de cuivre dans les scories; il est pratiquement impossible, même en présence d'un grand

excès de soufre, ou d'un agent réducteur tel que le charbon en poudre, et malgré les brassages réitérés auxquels on soumet le mélange dans le four, de soustraire la totalité du métal à la force d'affinité de la silice.

Outre le cuivre combiné, les scories en contiennent encore à l'état de grenailles mécaniquement mélangées et que l'ouvrier a pu enlever en écumant le bain liquide avec le râble. Ces scories riches en grenailles sont soigneusement triées après le refroidissement et ajoutées aux lits de fusion de la première opération.

La matte préparée dans cette opération est essentiellement un sulfure de cuivre auquel sont associés une notable proportion de fer et des traces de métaux étrangers; la teneur en cuivre est de 40 à 50 p. 0/0. On l'appelle *blue metal* (1), à cause de sa couleur; on lui donne aussi le nom de *matte bleue*.

192. — Le traitement du *blue metal* fait l'objet de plusieurs opérations successives qui portent les noms de *fontes d'enrichissement* et de *rôtissages*. On concentre ce produit en le refondant avec des oxydes de cuivre riches à l'état de minerais ou de scories d'affinage. La silice nécessaire à la formation des scories est empruntée en partie à la sole formée de sables siliceux, ou aux parois en briques réfractaires du four; une autre partie est fournie par le sable dans

(1) *Blue metal*, mot anglais qui signifie *métal bleu*. La plupart des expressions employées dans ce système de traitement métallurgique sont empruntées à la langue anglaise; nous les adopterons, mais en en donnant la traduction.

lequel on a fait la coulée du *blue metal* ou par les balayures de l'usine, matières qui renferment toujours un peu de cuivre. L'enrichissement s'opère d'après les mêmes principes qui servent de base à la première opération, savoir : oxydation du fer de la matte par l'oxygène des oxydes cuivreux, séparation de cet oxyde de fer à l'état de silicate ferreux et formation d'une matte cuivreuse ; le travail se fait aussi dans un four à réverbère.

Les scories de cette seconde opération sont trop riches pour être rejetées ; elles contiennent généralement de 4 à 6 p. 0/0 de cuivre, et, comme elles sont très-basiques, elles sont repassées dans les lits de fusion de la première opération auxquels elles servent de fondant ferreux. Le régule ou matte est blanchâtre, à cassure éclatante, et contient 60 à 70 p. 0/0 de métal ; on l'appelle *white metal* (1).

193. — C'est alors qu'on procède à la série des rôtissages. Les pains de *white metal* sont chargés pêle-mêle dans un four à réverbère, de manière à offrir le plus de surface possible à l'air atmosphérique qui va être l'agent principal de l'opération ; ce four présente des ouvertures latérales par lesquelles l'air peut entrer facilement. Il se produit une fusion lente ; le fer et les traces d'autres métaux contenus dans la matte s'oxydent, le soufre se volatilise en grande partie à l'état d'acide sulfureux, et le cuivre se concentre dans la portion inférieure du bain mé-

(1) Métal blanc.

tallique. Quand toute la masse introduite dans le four s'est affaissée sur la sole, on bouche les ouvertures latérales pour empêcher l'accès de l'air atmosphérique, et, par un bon coup de feu, on détermine la fusion complète. On écume alors les scories riches qui surnagent et on coule le métal hors du four.

Les scories riches produites par cette troisième opération repassent à la seconde. Le métal obtenu est encore une matte, mais d'une richesse de 75 à 80 p. 0/0. Cette matte porte le nom de *pimple metal*; la surface en est recouverte de petites aspérités semblables à des poques, ce qui justifie le nom anglais de *pimple* (poque, bouton).

Le *pimple metal* est soumis à un nouveau rôtissage, qui s'effectue de la même manière que le précédent et donne comme produit un régule enrichi à 80 ou 85 p. 0/0 et nommé *smooth* ou *spongy regulus* (1), suivant le degré d'avancement de l'opération.

Finalement, un dernier rôtissage opéré sur ce régule, et que l'on alterne avec des périodes de fusion, livre dans une cinquième opération le cuivre métallique.

194. — Si le traitement a été bien conduit, le cuivre est assez pur et ne contient plus, comme corps étranger, que l'excès d'oxygène qu'il a absorbé et dont il est pénétré sous forme d'oxydule. En cet état, le métal n'est pas malléable; il est caverneux, et, comme sa

(1) *Smooth regulus*, régule lisse; *spongy regulus*, régule spongieux. Ces mots définissent bien l'état physique du produit.

surface est recouverte d'ampoules, on l'appelle *blistered copper* (1). Une sixième et dernière opération, l'*affinage,* doit l'amener à l'état de cuivre malléable.

Mais quelquefois, quand les matières employées ne sont pas suffisamment pures, on prépare deux qualités de *blistered copper* : l'une, la meilleure, est destinée à fabriquer le *best-selected copper* (2), l'autre, le cuivre appelé *tough* (3), c'est-à-dire simplement malléable. On fabrique aussi, avec les minerais impurs, une qualité encore inférieure, qui n'est presque pas ductile et que l'on réserve pour les objets communs; on l'appelle *tile* (4).

Le *blistered* pour *best-selected* s'obtient de différentes manières. Celle que l'on adopte généralement consiste, lors du rôtissage du *pimple metal,* à pousser l'opération jusqu'à la transformation en cuivre métallique d'une partie de la masse, en laissant le reste à l'état de *regulus.* Le cuivre métallique qui s'est formé s'empare des impuretés du bain liquide, et c'est le régule ainsi purifié que l'on affecte spécialement à la fabrication du *blistered copper* destiné à faire le *best-selected.* Le cuivre métallique moins pur constitue les *fonds cuivreux* (5) que l'on convertit séparément en *blistered* pour cuivre de qualité inférieure.

(1) *Blistered copper,* cuivre couvert d'ampoules.

(2) *Best-selected copper,* cuivre de choix.

(3) *Tough copper,* cuivre tenace.

(4) *Tile,* brique; c'est sans doute parce que ce cuivre est généralement coulé en petites plaques ou briquettes qu'on lui a donné ce nom.

(5) En anglais *bottoms.*

195. — Avant d'aborder la description de l'affinage, disons un mot du traitement des minerais riches de la troisième classe. Ce sont généralement, ainsi que nous l'avons déjà dit, des minerais en petits grains composés de cuivre natif mélangé de sable siliceux. On les soumet à la fonte dans un four à réverbère avec addition de fondants calcaires et ferreux, et, après l'écumage des scories, on coule le produit à l'état de *blistered*, ou bien on affine et raffine immédiatement celui-ci dans le même four.

Les scories qui résultent de la fusion de ces minerais sont des silicates à base de chaux, de fer et de cuivre; elles contiennent au minimum 6 à 7 p. 0/0 de ce dernier métal, non compris les grenailles métalliques mécaniquement mélangées.

Ces scories sont généralement traitées comme les minerais de la première classe. Dans quelques usines où la fabrication des régules n'est point pratiquée et où l'on ne suit pas à cet égard le système gallois, on se sert de petits hauts-fourneaux, ou d'espèces de cubilots que l'on nomme plus particulièrement des *fours à manche;* on charge dans ces fourneaux les scories avec du coke, des matières calcaires et des scories de fer. On obtient un produit, appelé *cuivre noir,* très-impur, et qu'il est souvent difficile de convertir en bon cuivre; il se forme en outre une scorie que l'on abandonne, quoiqu'elle contienne presque toujours plus de 1 p. 0/0 de cuivre. Ce mode de travail laisse donc beaucoup à désirer.

196. — Le raffinage du cuivre est une opération délicate. Appliqué aux cuivres bruts venant de l'Amérique du Sud, dont la richesse est de 96 p. 0/0, il est précédé dans le même four de la période d'affinage. Les matières étrangères que contiennent ces cuivres consistent en petites quantités de fer, de plomb et de soufre; on parvient à les éliminer par des oxydations réitérées que l'on nomme des *refroidissements*. Après avoir fait fondre la masse goutte à goutte dans un four à réverbère sous l'influence d'un courant d'air, comme dans le cas du rôtissage, puis l'avoir amenée à l'état pâteux, on la laisse se refroidir dans le four; on la refond de nouveau, pour la laisser encore se refroidir; on lui fait ainsi subir plusieurs fontes et solidifications successives. Les substances étrangères, plus oxydables que le cuivre, forment avec la silice du four une scorie dans laquelle passe aussi une forte proportion d'oxyde de cuivre.

On soumet souvent aussi à l'opération de l'affinage le cuivre *blistered*, quand on ne le juge pas suffisamment pur de métaux étrangers.

On procède alors au raffinage proprement dit, qui a pour but d'enlever l'oxygène absorbé par le métal. On recouvre le bain fondu de charbon de bois et on y introduit à plusieurs reprises une perche de bois vert; les gaz carburés, qui se dégagent au sein de la masse en fusion, la débarrassent de l'oxygène dont elle est pénétrée. Le talent du maître affineur consiste à ne pas prolonger l'action de la perche ou du charbon de bois plus qu'il n'est nécessaire, car le cuivre perd

sa malléabilité aussi bien lorsqu'il contient du carbone que lorsqu'il contient de l'oxygène. Il faut donc saisir le moment exact où ce dernier est enlevé, et éviter l'absorption du carbone. Dans ce but, on prend fréquemment des échantillons de cuivre dans le four à l'aide de petites cuillers en fer ; on casse ces échantillons, et, d'après la couleur et la texture de la cassure, un ouvrier exercé reconnaît le degré d'avancement de l'opération.

Lorsque le cuivre est raffiné, il ne reste plus qu'à le couler dans des moules en fonte.

Mise en œuvre du cuivre.

197. — Les opérations du laminage, de l'étirage et du martelage, auxquelles on soumet le cuivre rouge et le cuivre jaune, se font au moyen d'outils et d'appareils qui présentent une grande analogie avec ceux que l'on emploie dans le travail des autres métaux ; il faut seulement avoir égard aux différences de malléabilité et à la manière dont chaque métal se comporte sous l'impression de la chaleur.

On lamine le cuivre rouge à chaud, comme le fer. Les lingots que l'on veut tranformer en feuilles sont empilés sur la sole d'un four à réverbère et disposés de telle sorte que l'air chaud les entoure de tous côtés. Quand ils ont atteint la température du rouge sombre, on les passe entre des cylindres pleins en fonte, semblables à ceux dont on se sert pour la fabrication de la tôle de fer. Quoique le cuivre soit très-malléable,

Il est nécessaire de le réchauffer plusieurs fois pour le réduire en feuilles sans le déchirer sur les bords. Lorsqu'on veut l'amener à une très-faible épaisseur, on en superpose plusieurs feuilles que l'on passe ensemble au laminoir.

Par suite des chaudes et des laminages successifs qu'il subit, le cuivre se recouvre d'une couche d'oxyde qui cache la couleur naturelle de sa surface et en change les propriétés. On décape les feuilles en les plongeant dans un bain d'acide sulfurique étendu d'eau. On passe ensuite ces feuilles à froid entre des cylindres pour les redresser, on les ébarbe et on les débite en morceaux de la grandeur que réclame le commerce.

Il est bon de faire remarquer que l'opération du laminage améliore le cuivre et le purifie; une partie des métaux étrangers s'oxydent en effet pendant les réchauffages auxquels on le soumet.

Les battitures qui tombent au pied des laminoirs, ainsi que les rognures provenant de l'ébarbage, sont raffinées.

Le laminage des plaques de laiton s'exécute à froid; mais, comme l'alliage s'écrouit par un étirage prolongé, il faut le recuire, après deux ou trois passes successives, dans un four à réverbère dont le tirage est très-faible. A cette différence près, le travail est le même que pour le cuivre rouge.

La fabrication du cuivre et du laiton tréfilés ne diffère pas sensiblement de celle du fil de fer.

198. — Le cuivre étant un métal très-bon conducteur de la chaleur convient parfaitement pour la fabrication des alambics, des chaudrons, des bassines et autres ustensiles de cuisine. Le battage auquel on le soumet, pour lui donner les formes voulues, modifie heureusement ses propriétés physiques et lui donne de la résistance et de la dureté.

Cette opération du battage exige une grande habileté de la part de l'ouvrier chaudronnier. On commence par *emboutir* la plaque en frappant au milieu, sur un tas, avec un marteau à tête ronde; puis on pose la partie concave sur une bigorne ronde et on bat le métal au marteau, de proche en proche, de manière à lui donner la forme que l'on désire. Il est essentiel que les coups de marteau portent bien également, afin que le cuivre s'étire partout de la même quantité et ne se déchire pas.

On recuit de temps en temps la pièce en la faisant rougir au feu, pour rendre au métal les propriétés que lui enlève l'écrouissage.

Au lieu de travailler les feuilles de cuivre au marteau à main, procédé d'une grande lenteur, on se sert presque toujours, dans les usines importantes comme celles des Ardennes, d'un martinet à tête d'acier qui est soulevé par des cames placées sur un arbre horizontal en mouvement. On obtient ainsi des pièces qui, à épaisseur égale, présentent une plus grande résistance que celles qui résultent du travail à la main.

Les ustensiles en cuivre dont on se sert pour la préparation des aliments présentent de très-graves

inconvénients au point de vue de la salubrité. Les matières alimentaires que l'on laisse refroidir ou séjourner dans ces appareils acquièrent souvent des propriétés vénéneuses, parce que, sous l'influence des acides ou des corps gras, le cuivre s'oxyde et devient soluble. Pour diminuer les dangers de l'emploi du cuivre, on l'*étame,* c'est-à-dire qu'on le recouvre d'une mince couche d'étain qui le préserve de l'oxydation.

199. — Une partie des organes des locomotives sont construits en cuivre rouge ou jaune; tels sont les plaques du foyer, les entretoises qui maintiennent l'écartement des parties latérales de ce foyer et de l'enveloppe extérieure, les tubes calorifères dans lesquels circulent les flammes avant de se rendre à la boîte à fumée, etc.

Les plaques se font avec des feuilles épaisses dont on recourbe les bords sous un marteau-pilon. Les entretoises sont des barreaux laminés.

Quant aux tubes, on les confectionnait autrefois à l'aide de feuilles minces, d'une largeur égale à la circonférence développée de la section, que l'on roulait sur un mandrin et que l'on soudait longitudinalement. Maintenant on fabrique avec succès, dans les usines de la vallée de la Houille, des tubes en cuivre rouge ou jaune, non soudés, d'une seule pièce.

Pour cela, on coule dans un moule cylindrique, muni au milieu d'un noyau en sable, le cuivre rouge ou le laiton, et l'on obtient ainsi une masse percée en

son centre et dont l'épaisseur est en rapport avec les dimensions que l'on veut donner au tube. Le laiton peut être versé directement dans le moule, de haut en bas; pour le cuivre rouge, qui dégage beaucoup de bulles par la fusion, on est obligé d'opérer la coulée de bas en haut.

Le tube coulé, muni d'un mandrin intérieur, est martelé sous une étampe de forme cylindrique; il reçoit en même temps un mouvement longitudinal et un mouvement de rotation. Par ce battage, le diamètre extérieur diminue et le métal s'allonge graduellement. On donne au tube ses dimensions définitives à l'aide d'un *banc-à-tirer,* machine qui le force à passer à travers une ouverture de dimensions déterminées.

200. — Ainsi que nous l'avons déjà dit, le cuivre rouge ne se prête pas très-bien au moulage : quand il est fondu, il devient peu liquide, dégage des bulles et *monte* dans les moules. Heureusement la facilité avec laquelle ce métal se travaille au rouge et même à froid permet d'éviter le moulage d'un grand nombre d'objets.

Il n'en est pas de même du laiton et surtout du bronze : ces deux alliages deviennent extrêmement liquides par la fusion et sont particulièrement propres au moulage. On utilise cette propriété pour fabriquer avec ces alliages une foule d'objets tels que : cloches, canons, monnaies de billon, rouleaux d'impression, objets d'art, robinets, chandeliers, etc.

Comme exemple du moulage du bronze, nous dé-

crirons en quelques mots le moulage des cloches, qui se pratique dans une petite fonderie située à Mohon, près Mézières.

Le bronze des cloches se compose d'environ 78 parties de cuivre et 22 d'étain. Ces proportions ne sont pas constantes; elles varient non-seulement d'une cloche à l'autre, mais encore d'un point à l'autre d'une même cloche. On sait en effet que le cuivre et l'étain se combinent difficilement et que l'union n'en est jamais bien intime; pendant la période de solidification de l'alliage fondu, il s'opère entre les métaux une sorte de *liquation,* c'est-à-dire qu'ils tendent à se séparer.

Le moulage des cloches diffère peu du moulage en terre que nous avons décrit en parlant de la fonte. On prépare d'abord un noyau en briques dont la surface extérieure reproduit exactement la forme intérieure de la cloche. On recouvre ce noyau d'une épaisseur postiche de terre, qu'on appelle la *fausse cloche,* et qui occupe provisoirement la place du métal, puis par-dessus on prépare une chape en terre. Pour faciliter le *démoulage,* c'est-à-dire l'enlèvement de la fausse cloche, on a eu soin de séparer celle-ci des autres parties du moule par des couches de cendre ou de noir qui l'empêchent d'y adhérer.

La qualité de la terre avec laquelle on confectionne le moule est de la plus haute importance pour la réussite de l'opération. On prépare cette matière longtemps à l'avance avec de la terre très-fine à laquelle on mêle, le plus intimement possible, de la

fiente de vache ou du crottin de cheval; elle éprouve une sorte de fermentation qui la rend beaucoup meilleure.

Au milieu du noyau, on a ménagé une cavité dans laquelle on allume un feu léger pour sécher lentement le moule. Quand ce moule est bien sec, on enlève la chape avec précaution, on brise la fausse cloche, on ragrée soigneusement la surface extérieure du noyau et la surface intérieure de la chape, on ajoute le moule des anses, on replace la chape dans sa position primitive et on enterre le moule. Il ne reste plus alors qu'à couler l'alliage fondu dans l'intervalle vide.

La forme et les dimensions des différentes parties d'une cloche sont données par des formules empyriques auxquelles on est arrivé par une longue pratique et qui sont d'ailleurs conformes aux lois de l'acoustique. Depuis des siècles, ces formules n'ont subi aucune modification, et elles se transmettent de génération en génération dans les familles de fondeurs.



CHAPITRE V.

INDUSTRIE DES TISSUS.

201. — Il est peu d'industries dans lesquelles le génie de l'homme ait montré autant de sagacité que dans celle qui sert à notre habillement. Il suffit, pour s'en convaincre, de se représenter comment devaient être habillés les premiers habitants du globe et comment se vêtissent encore un grand nombre de peuplades sauvages.

Les filaments végétaux, des écorces d'arbres, des feuilles ou des joncs grossièrement entrelacés constituèrent les vêtements des premiers hommes. Les peaux des animaux furent également employées de bonne heure, surtout par les habitants des régions septentrionales, qui avaient à se défendre contre les rigueurs des saisons.

Plus tard, on songea à mettre en œuvre les fils fournis par des plantes ou des dépouilles d'animaux. Parmi ces fils, la laine fut sans doute employée en premier lieu et précéda l'usage du lin, du chanvre et du coton qui, pour être transformés en étoffes aussi souples que celles de la laine, nécessitent des opérations préalables plus compliquées. La laine était

d'ailleurs naturellement indiquée à l'attention par ses propriétés éminemment textiles, par sa douceur et sa résistance.

Mais, avant d'entrer dans la confection des tissus proprement dits, il est probable que la laine servit d'abord à fabriquer une espèce de feutre obtenu à l'aide d'une matière agglutinative ; c'est l'application qui dut se présenter la première à l'esprit de l'homme encore à demi-barbare et muni d'outils grossiers et très-imparfaits. Pline rapporte que les soldats samnites allaient au combat couverts d'épaisses cuirasses de laine feutrée.

On ne peut préciser la date de l'invention du filage et du tissage ; mais cette invention remonte, en tout cas, à une très-haute antiquité, car la Bible en fait honneur à Noéma, fille de Lamech, qui vivait avant le déluge, et le livre de Job mentionne positivement la navette et la toile des tisserands. On sait également que les Egyptiens, puis plus tard les Grecs et les Romains, transformaient la laine en tissus après l'avoir filée.

Les Pays-Bas paraissent être le premier pays qui, après les Romains, prospéra en fabriquant des draps. Au XIIIe siècle, les draps d'Espagne et d'Italie jouissaient aussi d'une grande réputation.

Dès le IXe siècle, il existait déjà en France des centres nombreux de fabrication, notamment Elbeuf; mais l'industrie drapière proprement dite ne prit chez nous des développements sensibles qu'aux XIIe et XIIIe siècles. Ce n'est qu'au temps de Philippe-Auguste

que le drap l'emporta définitivement sur les autres étoffes dans le vêtement.

202. — Actuellement, l'industrie française des lainages n'a aucune rivale à l'étranger. Les principaux centres de fabrication sont : Reims et les environs, pour les tissus de laine peignée ; Roubaix, pour les tissus ras et les étoffes de laine et coton mélangés ; Elbeuf, où l'on fait toute espèce de draperies, les plus communes et les plus fines ; Sedan, qui produit spécialement des draps fins et des draps noirs ; Louviers, où l'on fabrique aussi des draps fins, etc. Il y a en outre quelques villes du centre et du midi de la France qui se livrent surtout à la préparation des draps communs.

La production totale annuelle de l'Empire français en lainages de toutes sortes n'est pas évaluée à moins de 850 millions de francs, qui se partagent en deux parties à peu près égales entre les tissus foulés et les tissus ras ou mélangés. Pour cette production, on consomme environ pour 120 millions de laines, dont le tiers est acheté à l'étranger et le reste fourni par la France.

Dans le département des Ardennes, Sedan et Rethel sont les deux centres principaux où l'on se livre à l'élaboration de la laine. Pour nous conformer à l'ordre que nous avons suivi jusqu'à présent, nous donnerons d'abord quelques renseignements historiques sur cette industrie (1).

(1) Les renseignements historiques qui se rapportent à Sedan ont été en grande partie extraits de l'*Histoire du pays et de la ville de Sedan,* par M. l'abbé Prégnon.

NOTIONS HISTORIQUES.

203. — C'est vers le milieu du XVIe siècle que l'industrie drapière paraît avoir pris naissance dans l'ancienne principauté de Sedan. Cette industrie fut constamment protégée et encouragée par les princes, mais elle prit surtout de l'importance à partir de 1642, époque à laquelle Sedan fut réunie à la France.

Jusque-là, la fabrication se bornait à celle des serges et des draps communs, et l'on comprend qu'elle ne pouvait donner lieu qu'à des opérations commerciales très-circonscrites. Louis XIV, qui voulait faire de Sedan un centre industriel de premier ordre, y envoya trois hommes de grande expérience, Cadeau, Binet et Marseille, auxquels il accorda, par lettres patentes de 1646, le privilége exclusif d'établir une manufacture de draps noirs *façon d'Espagne et de Hollande.* C'est alors que fut fondé le magnifique établissement nommé le *Dijonval,* où les procédés les plus perfectionnés de fabrication furent établis par des ouvriers venus de Hollande. Cet établissement prospéra rapidement, et en 1666, le roi, pour faciliter encore le développement de l'industrie, racheta le privilége exclusif délivré 20 ans auparavant et accorda à tous le droit de fabriquer des draps *façon d'Espagne et de Hollande.*

La manufacture de Sedan se transforma complètement, à la suite de cette mesure libérale; la confection des draps communs fit peu à peu place à celle

des draps fins, et en 1762 la sergerie avait complètement disparu.

Jusqu'en 1784, la production ne cessa de suivre à Sedan une progression croissante ; les étoffes ne s'écoulaient pas seulement en France, elles étaient recherchées par l'Espagne, l'Italie, l'Allemagne, et même par des contrées plus lointaines, la Russie et l'Amérique. La période qui s'écoula de 1770 à 1784 fut surtout la plus brillante pour l'industrie sedanaise qui atteignit alors à un degré de prospérité inouïe. Ainsi, tandis qu'au commencement du XVIII[e] siècle, 6,000 ouvriers produisaient environ 5,400 pièces de 36 à 38 aunes de longueur, on évalue à 17,200 le nombre de pièces fabriquées annuellement dans cette période et à 15,000 le nombre d'ouvriers employés. Le prix des draps noirs variait de 15 livres 10 sous à 25 livres ; celui des draps de couleur de 18 à 30 livres.

Le Traité de navigation et de commerce, conclu à Versailles le 26 septembre 1786 entre la France et l'Angleterre, eut une influence funeste sur la manufacture de Sedan comme sur l'industrie de toute la France ; l'Angleterre nous inonda de ses produits à bon marché et il en résulta, à Sedan, une stagnation presque complète dans les affaires. En 1789, la manufacture se trouvait réduite presque subitement au tiers de ses métiers, lorsqu'arriva la Révolution qui lui porta le dernier coup.

Sous le Consulat et sous l'Empire, la fabrique de Sedan se ranima, sans toutefois reprendre son ancienne splendeur. Les désastres de 1814 vinrent de

nouveau l'abattre; mais elle sortit encore victorieuse de cette épreuve et se releva pendant le règne de Louis XVIII. Depuis cette époque, elle a presque constamment prospéré et son importance a toujours été en croissant. En 1817, le chiffre de production était inférieur à 14 millions de francs; en 1824, il atteignait 21 millions; en 1832, 24 millions; en 1844, 28 millions; actuellement on peut l'évaluer à 35 millions.

204. — Revenons un peu sur nos pas pour signaler les principales modifications qu'a subies l'industrie drapière. Cette étude rétrospective ne nous conduira d'ailleurs pas bien loin, car, jusqu'à la fin du siècle dernier, les procédés de fabrication des étoffes de laine sont restés à peu près stationnaires. Cette immobilité était due à la protection exagérée, ainsi qu'aux nombreux priviléges et prérogatives que l'ancienne monarchie accordait aux différents corps de métiers; aussi, ce n'est que lorsque la Révolution de 1789 eût fait table rase de toutes ces vieilles coutumes, que l'industrie put réellement voler de ses propres ailes.

Avant 1808, les laines traitées à Sedan provenaient presque exclusivement d'Espagne; à dater de cette année, on commença à mettre en œuvre des laines mérinos ou de races croisées, de Suisse, de France et de Saxe. Grâce à la guerre entre la France et l'Espagne, les troupeaux de mérinos avaient pu sortir de

ce dernier pays et se répandre dans plusieurs contrées de l'Europe.

Après 1814, le travail à la main, qui avait été le seul appliqué pour la préparation du drap, fut remplacé peu à peu par le travail mécanique et l'emploi des machines à filer, à lainer et à tondre se propagea insensiblement. L'établissement de la première machine à vapeur à Sedan date de 1816.

Ces machines amenèrent une véritable révolution dans l'industrie drapière, et les produits baissèrent de valeur, tout en conservant leur qualité.

Vers 1830, un habile fabricant de Sedan, M. Bonjean, inventa les étoffes façonnées, dites *nouveautés,* qui ouvrirent à la production un champ illimité. En 1852, M. de Montagnac créa un nouveau produit dont la notoriété est universelle et qui est connu dans le commerce sous le nom de *velours Montagnac.*

205. — Une branche d'industrie extrêmement importante et naturellement annexée à la manufacture des draps, c'est la *teinturerie,* à laquelle l'industrie sedanaise est redevable en grande partie de ses succès.

En l'an 1557, on mentionne deux ateliers de teinture situés dans la rue des Caquettes. Cette industrie suivit la même marche que l'industrie drapière proprement dite, et, comme celle-ci, elle était soumise à des lois sévères qui avaient pour but de la protéger et de la maintenir dans sa perfection.

En 1774, les industriels sedanais, obligés d'employer

les nuances les plus variées pour satisfaire aux caprices de la mode, étaient parvenus à une très-grande habileté et ils pouvaient rivaliser, pour la richesse et l'éclat des couleurs, avec la manufacture des Gobelins et les autres établissements les plus renommés.

Sous l'Empire, les progrès de l'art du teinturier furent immenses, et cet art arriva à un si haut degré de perfection que les seuls progrès qui aient été faits depuis lors ont consisté dans quelques modifications de détail, sans que les procédés généraux aient été altérés.

206. — L'industrie de Rethel est loin d'avoir un aussi brillant passé que celle de Sedan. Au XVIe siècle, il paraît qu'on fabriquait déjà dans cette première ville une draperie grossière qui se vendait dans les environs et qui constituait au reste le seul commerce du pays. Les guerres civiles et les siéges nombreux que subit Rethel pendant les siècles suivants, s'opposèrent à tout développement industriel et y maintinrent constamment la fabrication des lainages dans un grand état d'infériorité.

Colbert, qui tenait à Rethel par des liens de parenté, essaya de faire pour cette ville ce qui avait été tenté avec tant de succès à Sedan, mais il ne réussit à en faire qu'une annexe de Reims au point de vue industriel. Telle est encore aujourd'hui la condition de Rethel, et on peut dire que le but principal de son industrie est de fournir des matières premières à la manufacture de Reims, aux vicissitudes de laquelle

elle est soumise et dont la prospérité rejaillit en ce moment sur elle.

Dans le siècle dernier et au commencement du nôtre, on a cependant fabriqué à Rethel des bas au métier, des draperies, des flanelles, etc. Les seuls tissus que l'on y confectionne à notre époque sont des mérinos écrus, qui ont encore besoin de passer à la teinture pour devenir des produits commerciaux.

Propriétés de la laine.

207. — Avant d'étudier le travail auquel est soumise la laine dans les manufactures, il est essentiel d'en décrire en quelques mots les principales propriétés.

La *laine* est une matière filamenteuse qui recouvre le mouton. D'autres animaux donnent des poils dont on fait aussi des fils et des tissus : tels sont le castor, la chèvre, le cachemire, le chameau, le lapin, la vigogne, l'autruche, etc.; mais le nom de *laine* est réservé pour le poil du mouton.

Si l'on examine un de ces poils au microscope, on reconnaît qu'il est formé de plusieurs filaments réunis sous une même enveloppe. Les chimistes en séparent une matière consistante, analogue à celle qui entre dans la composition des cheveux, et, en outre, une petite quantité d'huile, à laquelle la laine doit sa souplesse et son élasticité.

La forme de la laine diffère d'une manière sensible de celle des cheveux : au lieu d'être longs et à surface

lisse, les filaments sont ondulés et frisés ; au microscope, ils se montrent tout hérissés de petits crochets recourbés en dehors. C'est à la présence de ces espèces de petites dents de scie que Monge a attribué la propriété feutrante de la laine ; on conçoit en effet qu'elles permettent aux différents brins de s'accrocher et de s'enchevêtrer d'une manière intime.

La dépouille d'un mouton constitue une *toison*. Le poids en varie beaucoup ; dans les gros moutons, ce poids est de 5 à 6 kilog., quelquefois même de 8 kilog. ; dans les petits moutons, il est de 1 k. 500 à 2 k. 500. La longueur moyenne des filaments varie entre 5 et 25 centimètres ; leur finesse présente des différences de 27 à 18 millièmes de millimètre environ, c'est-à-dire qu'un cercle de 1 millimètre de diamètre pourrait contenir de 37 à 50 filaments.

On comprend que les caractères et les qualités de la laine varient suivant une foule de circonstances : la race de l'animal, les soins avec lesquels il est élevé, la nourriture, le climat, etc., et, sur le même animal, suivant la partie du corps d'où provient la matière textile. Ainsi, à ce dernier point de vue, les plus belles espèces se trouvent sur les flancs et l'épaule du mouton ; les qualités inférieures recouvrent la queue et les cuisses.

208. — Les laines sont classées dans le commerce en deux grandes catégories : les *laines longues* et les *laines courtes*. Les dernières sont, comme l'indique leur nom, celles dont le filament est le plus court et

ne dépasse pas 12 centimètres; ce sont aussi les plus fines, car on a remarqué d'une manière générale que la finesse du brin est en raison inverse de sa longueur. Ces laines sont généralement ondulées et frisées et se feutrent facilement.

Les laines longues ont plus de 12 centimètres de longueur; elles ont la propriété de se tenir assez droit, et leur pouvoir feutrant n'est pas très-développé.

Ces deux divisions dans les laines correspondent aux deux espèces de manipulations auxquelles on les soumet dans les filatures, nous voulons parler du cardage et du peignage. Par le cardage, on cherche à dénouer et à mélanger les filaments dans tous les sens, afin d'en faciliter la réunion par l'accrochage des petites dents que nous avons signalées. Le peignage a pour but, au contraire, de démêler les brins, autant que possible, de les diviser, de les détacher les uns des autres; il ressemble en quelque sorte à celui d'une chevelure.

Il est évident, d'après ce qui précède, que les laines courtes sont celles qui se prêtent le mieux au travail de la carde, et les laines longues au travail du peigne. Le drap étant une étoffe feutrée, on ne peut employer à Sedan que des laines cardées. Les laines peignées servent à la fabrication des étoffes rases; on en prépare, dans le département des Ardennes, pour la fabrique de Reims et aussi pour celle de Rethel qui produit quelques tissus de mérinos.

Les laines françaises n'occupent qu'un rang assez inférieur au point de vue de la qualité; elles ne sont

généralement pas très-fines et sont plutôt propres au peignage qu'au cardage. Les moutons élevés dans le département des Ardennes, en particulier, fournissent une laine commune et peu abondante ; on tend à les remplacer par des mérinos qui donnent une laine très-propre au travail du peigne.

Les laines que l'on met en œuvre à Sedan viennent presque toutes de pays étrangers, surtout de l'Allemagne et de l'Australie. On emploie aussi des *blouses;* ce sont des flocons qui restent entre les dents des peignes et qui sont trop courts pour pouvoir être soumis aux opérations qui suivent le peignage proprement dit.

A Rethel et à Reims, on traite des laines de France, d'Australie, de Saxe, de Silésie, de Russie, etc.

Nettoyage de la laine.

209. — De toutes les matières textiles, la laine est celle qui présente les plus remarquables propriétés pour la fabrication des tissus : elle a en effet de la finesse, de la flexibilité, de la douceur, de la résistance ; elle a un grand pouvoir absorbant pour les matières colorantes, ce qui permet de lui communiquer les nuances les plus variées ; en outre, comme elle possède une très-faible conductibilité pour la chaleur, elle donne lieu aux étoffes les plus chaudes. Mais, avant d'être filée, elle doit être soumise à un certain nombre de préparations préalables qui, suivant le plus ou moins de soin avec lequel elles sont opérées, influent singulièrement sur la qualité du produit.

La laine, telle que la fournit le mouton, est enduite d'une matière graisseuse appelée vulgairement *suint*, dont on ne peut la débarrasser que par une opération chimique. Les proportions de cette matière sont très-variables ; ainsi certaines laines n'en contiennent que 20 p. 0/0, tandis que d'autres en renferment jusqu'à 80 p. 0/0 ; en général, les laines les plus fines sont celles dans lesquelles il y a le plus de suint.

On commence par laver la toison à dos, en faisant passer le mouton dans une rivière et lui frottant le corps dans toutes ses parties. On enlève ainsi une grande partie des principes solubles du suint, et, en même temps, toutes les matières étrangères qui peuvent se trouver dans la laine, comme les poussières, les ordures, les débris végétaux provenant des champs où les moutons ont séjourné.

Les laines non lavées à dos portent le nom de *laines surges* ou *laines en suint*.

On tond ensuite les moutons. Cette opération se fait généralement en juin, à l'aide d'une *force*, espèce de grands ciseaux à deux tranchants.

210. — Il s'agit d'enlever le suint qui reste dans la laine. Dans ce but, on se servait autrefois exclusivement d'urine putréfiée, qui a la propriété de former avec les substances grasses du suint un savon soluble. Ce procédé, qui n'est plus suivi que dans deux ou trois dégraisseries de Sedan, consiste à laisser dégorger pendant quelque temps la matière textile dans de l'eau tiède mêlée d'urine putréfiée, et à l'agiter par

intervalles avec un bâton; après quoi, on la retire du bain, on la fait égoutter et on la rince complètement à l'eau courante.

Maintenant on dégraisse presque partout avec des bains chauds de savon ou de carbonate de soude. Il faut avoir soin de ne jamais élever la température du bain au-delà de 60°, car on risquerait d'altérer la laine.

On peut admettre qu'à Sedan la perte au dégraissage est de 42 p. 0/0 en moyenne.

A Rethel, où l'on traite plus de laines surges qu'à Sedan, ces laines sont préalablement lavées à l'eau claire qui dissout, entre autres matières solubles, des sels de potasse. Les eaux de lavage, concentrées par la chaleur, donnent du carbonate de potasse que l'on peut utiliser pour la fabrication du cristal.

Après le désuintage, la laine contient encore des impuretés qui consistent surtout en poussières. On l'en débarrasse en la soumettant, lorsqu'elle est sèche, à un battage mécanique qui a en même temps pour but de rendre aux fibres de l'élasticité.

La machine batteuse que l'on emploie le plus fréquemment se compose d'un cylindre horizontal formé de fils métalliques et armé intérieurement de dents. On jette la laine dans ce cylindre, que l'on fait tourner plus ou moins rapidement; les dents la saisissent et la retiennent, tandis que les poussières passent à travers les mailles qui séparent les fils.

Teinture.

211. — Souvent la laine nettoyée est teinte immédiatement. Mais on n'opère pas toujours ainsi, et, dans bien des cas, on ne passe la fibre textile à la teinture que quand elle a été transformée en fils ou même en tissus.

Les flocons et les fils de laine prennent la teinture beaucoup mieux que les pièces de drap ; ainsi on a constaté que les flocons absorbent 1/4 de matière colorante de plus que celles-ci, et les fils 1/5 de plus. Dans les tissus, la couleur ne se fixe que sur les surfaces et pénètre peu dans l'intérieur ; il est en outre plus difficile d'obtenir des nuances égales. Si l'on coupe avec des ciseaux un drap teint en pièce, on reconnaîtra que l'intérieur est blanc ou d'une nuance beaucoup plus faible ; on dit alors que ce drap *tranche*.

Le procédé de teinture sur flocons ou sur fils est le plus coûteux, et il n'est pas toujours possible de l'employer, parce que certaines couleurs sont altérées par les manipulations de la filature et du tissage, et surtout par l'action du foulon.

Un grand nombre de substances colorantes ont pour les matières textiles une affinité assez grande pour s'unir avec elles ; cependant, pour rendre la fixité plus grande et augmenter l'éclat de la couleur, on emploie presque toujours certains principes qui servent d'intermédiaires entre les matières colorantes et la fibre textile, et que l'on appelle *mordants*. Les mordants exercent une action à la fois chimique et

mécanique qui n'est pas encore bien expliquée; ceux que l'on applique le plus fréquemment sont l'alun, le sulfate d'alumine, le chlorure d'étain, etc.

Le *mordançage*, ou application du mordant, se fait de différentes manières. Tantôt on fait digérer le tissu dans la solution du sel et on le débarrasse ensuite par des lavages de l'excès de matière absorbée. Tantôt on mêle le mordant à la dissolution de matière colorante; c'est presque toujours ainsi que l'on opère à Sedan pour la laine.

212. — Les *bains de teinture* sont les dissolutions de substances colorantes dans lesquelles on plonge les objets à teindre; ils se préparent généralement dans des cuves que l'on chauffe, soit à feu nu avec un fourneau ordinaire, soit à l'aide de la vapeur. La composition en varie avec la nature des principes tinctoriaux.

Nous ne pouvons décrire la préparation de toutes les cuves de teinture ni les nombreux artifices employés par le teinturier. Nous nous contenterons de citer comme exemple la teintnre au bleu d'indigo.

Pour préparer une cuve d'indigo, on commence par faire dissoudre dans de l'eau des cristaux de soude, puis on y introduit, suivant des proportions déterminées, du son, du pastel et de l'indigo broyé. Il se produit bientôt une fermentation, que l'on modère par une addition de chaux, ou que l'on active au besoin à l'aide d'un peu de son et de mélasse.

Par suite des réactions chimiques qui se développent, l'indigo est dissous.

La laine en flocons est mise dans un panier que l'on introduit dans la cuve ; on l'y laisse séjourner 20 minutes, en l'agitant sans cesse avec des perches pour renouveler les surfaces de contact. Lorsqu'on teint en fils, on place les écheveaux sur des bâtons qui reposent sur les bords de la cuve et on les tourne de manière à immerger successivement toutes les parties.

On fait ensuite égoutter la laine sur le sol, on l'évente en la secouant, puis on la repasse au bain, soit dans la même cuve, soit dans des cuves plus fortes, jusqu'à ce que la nuance soit assez foncée.

Quant aux pièces, on les teint en les déroulant dans la cuve à l'aide d'un rouleau en bois disposé au-dessus de celle-ci, les enroulant, puis les déroulant de nouveau, et ainsi plusieurs fois de suite ; on comprend qu'il est essentiel, si l'on veut obtenir une nuance bien uniforme, que toutes les parties de la pièce restent plongées pendant le même temps dans le bain. Pour produire de belles teintes, il est préférable d'employer plusieurs bains successifs ; aussi le drap, après avoir été fortement tordu et éventé, repasse dans la même cuve, ou dans d'autres plus fortes, autant de fois que cela est nécessaire.

En sortant de la cuve, la matière textile est d'un jaune verdâtre qui passe rapidement au bleu au contact de l'air. Quand elle est suffisamment imprégnée d'indigo, on la dégorge avec soin : les fils, en les la-

vant à la main ; les flocons, en les lavant au panier à l'aide de bâtons ; et les draps, en les faisant passer entre deux rouleaux de bois sur lesquels tombe un filet d'eau continu.

Les autres nuances des draps sont données par des matières tinctoriales très-variées, empruntées aux trois règnes de la nature. Ainsi le bleu de Prusse, le bleu de France, le campêche fournissent des bleus ; la garance, le santal, la cochenille, des rouges ; la gaude, des jaunes ; la noix de galle et le sumac, des noirs, etc. N'oublions pas de mentionner les nuances si riches et si délicates que l'on obtient avec des produits dérivés de la distillation de la houille, la *fuchsine*, l'*azaléine*, etc.

On dit que les couleurs sont *grand teint*, *bon teint* ou *petit teint*, selon l'énergie avec laquelle elles résistent aux influences atmosphériques et à l'action des lessivages et des savonnages.

Filage de la laine.

213. — Suivant qu'elle appartient à la catégorie des laines longues ou à celle des laines courtes, la laine, ainsi que nous l'avons déjà dit, est peignée ou cardée. Nous allons étudier successivement ces deux modes de préparation.

Le travail de la laine courte dans les filatures comprend deux opérations principales : le cardage et le filage proprement dit.

Les *cardes* sont des espèces de brosses qui sont formées de dents de fils de fer recourbées en crochet

et implantées dans une épaisse lanière de cuir; ces dents sont d'autant plus fines et plus serrées que la matière à travailler est plus délicate. Concevons que deux de ces brosses, placées en regard l'une de l'autre, se meuvent en sens contraire (fig. 9), et qu'on les fasse agir sur des flocons de laine; les fils, saisis par les dents, seront amenés dans toutes sortes de directions et ils arriveront ainsi à s'entrelacer les uns dans les autres. Tel est, dans toute sa simplicité théorique, le travail du cardage; nous allons voir comment s'opère ce travail dans la pratique.

Avant d'être cardée, la laine doit être imprégnée d'une matière grasse destinée à faciliter le glissement des fibres au filage; dans les filatures des environs de Sedan, cette matière grasse est représentée par l'*oléine,* l'un des principes immédiats des huiles. Ensuite la laine est soumise au *louvetage,* opération qui ne diffère du battage mécanique qu'en ce que la machine, ou *loup,* dont on se sert pour l'effectuer, présente des dents plus nombreuses et plus serrées; en même temps que le loup achève de nettoyer à fond la laine, il répartit l'oléine dans toute la masse.

Les cardes sont disposées sur des cylindres horizontaux placés tout autour d'un gros cylindre ou tambour, armé lui-même de cardes à denture opposée; cet ensemble constitue une première *machine cardeuse.* La laine, après avoir passé entre le gros cylindre et les petits, sort en une nappe mince et délicate qui vient s'enrouler sur un tambour de bois.

Mais un seul cardage ne suffit pas, et on répète la

même opération trois fois, et même quatre fois pour les matières de qualité supérieure. Des autres machines cardeuses auxquelles on soumet la nappe de laine produite par la première, la dernière, ou *machine finisseuse,* présente seule quelques différences. Cette machine a pour objet principal de rendre la laine propre à être filée : au lieu de sortir en une nappe uniforme, la matière est divisée en rubans dont la largeur varie de 13 à 50 millimètres; ces rubans sont arrondis entre de petits cylindres animés d'un double mouvement de rotation et de va-et-vient; les fils s'enmêlent, s'enchevêtrent, et il en résulte des espèces de boudins qui viennent s'enrouler sur des rouleaux en bois.

Il ne reste plus qu'à transformer les boudins en fils, et c'est là le but des métiers à filer.

Ces métiers laissent dévider une certaine longueur de boudin, suivant la finesse que l'on désire obtenir; la partie dévidée est étirée et en même temps tordue, puis elle vient s'enrouler sur de petites broches en fer alignées sur toute la longueur du métier. La finesse et le degré de torsion du fil peuvent être variés à volonté; les fils de trame subissent une torsion moins forte que les fils de chaine, parce qu'ils n'ont pas besoin d'autant de résistance que ces derniers et qu'ils doivent être le plus moelleux possible.

Un métier à filer comprend en moyenne 300 broches; quelquefois il y a jusqu'à 500 broches sur le même métier.

On peut obtenir ainsi, par une seule opération, un

fil de 25,000 à 30,000 mètres de longueur avec 1 kilog. de laine. Si l'on veut arriver à un degré plus grand de finesse, il faut filer en deux fois et repasser au métier le fil obtenu par une première opération.

Les fils enroulés sur les broches sont reportés sur des bobines quand ils doivent servir à la chaîne, et ils sont réunis en écheveaux sur des dévidoirs quand ils sont destinés à la trame.

214. — Les laines qui doivent être soumises au travail du peignage sont préalablement imprégnées, comme les laines à carde, d'une matière grasse qui leur donne de la flexibilité; à Rethel et dans les environs, on emploie de l'huile d'olive, que l'on répand sur la matière textile, en ayant soin d'agiter celle-ci avec des fourches pour bien opérer le mélange.

La laine grasse passe d'abord dans une machine cardeuse qui en forme immédiatement des rubans.

On lui fait subir ensuite une série de préparations successives, convenablement ménagées, qui la transforment en un fil cylindrique, aussi ténu et résistant que possible et qui doit être filé sur les métiers. Pour atteindre ce but, il faut agir graduellement sur le ruban, de manière à l'étirer peu à peu, tout en lui donnant de la ténacité et de l'homogénéité.

Ce laminage du ruban s'obtient par des cylindres métalliques entre lesquels on le fait passer et qui exercent sur lui une légère pression. Pour empêcher les filaments de s'écarter les uns des autres ou de se contourner pendant l'étirage et pour les forcer à se

développer complètement, on dispose entre les cylindres lamineurs des peignes métalliques qui doivent être traversés par ces filaments. A chaque nouveau passage entre les cylindres, le ruban est doublé, quadruplé, sextuplé et même octuplé; il est ainsi consolidé, il s'allonge moins rapidement, et on évite par suite la rupture qui pourrait se produire si l'on agissait toujours sur le même ruban simple.

Après avoir subi un certain nombre d'étirages, un lissage qui enlève l'huile, et un chauffage à la vapeur qui aide au redressement des fibres en en détruisant l'élasticité, le ruban passe à la *peigneuse* proprement dite. Cette machine se compose essentiellement d'un cylindre sur lequel sont disposés des peignes métalliques, de différents degrés de finesse, entre lesquels la laine passe en commençant par les plus gros. On sépare ainsi la matière textile en deux parties : les filaments longs, qui constituent le *cœur* de la laine, et les boutons ou filaments courts qui, sous le nom de *blouses,* servent, après avoir été cardés et filés, à la fabrication du drap commun. Ces blouses, qui restent dans les dents des peignes, sont enlevées par un système de brosses très-bien agencé; quant au cœur, il sort de l'appareil en un ruban continu.

Ce ruban subit ensuite un grand nombre d'étirages successifs. Mais comme ces opérations l'amincissent considérablement, on ne pourrait continuer longtemps à le travailler sans le rompre, et on lui donne de la cohésion en le soumettant, sur sa grosseur, à un frottement de roulement sans torsion; il prend ainsi du

corps et se transforme en un boudin résistant. Les fibres étant suffisamment redressées, il est inutile de faire intervenir l'action des peignes, comme dans les premières machines étireuses. Le ruban est toujours doublé, triplé ou quadruplé à chaque étirage.

Quand la laine est arrivée à un degré de finesse assez grand, que l'on ne pourrait dépasser, à l'aide des procédés que nous venons de décrire, sans risquer de rompre la mèche, on la porte aux métiers à filer en fin. Ces métiers ne diffèrent pas sensiblement de ceux qui servent à filer la laine cardée, si ce n'est qu'au lieu de produire l'allongement par le mouvement du charriot qui porte les broches, ils le déterminent par la différence de vitesse des deux cylindres autour desquels s'enroule et se déroule le fil. En même temps que cet étirage, la laine reçoit un mouvement de torsion qui augmente la résistance du fil.

On obtient avec la laine peignée, dont les brins sont plus longs et plus résistants que ceux de la laine cardée, des fils beaucoup plus fins qu'avec cette dernière. Ainsi 1 kilog. donne facilement 130,000 mètres de fil ; on a même atteint le chiffre de 300,000 mètres en employant des laines de qualité supérieure.

Tissage.

215. — Le tissage est l'opération la plus importante de la fabrication des tissus ; on peut même dire que c'est, avec le filage, la seule vraiment essentielle, car les autres opérations n'ont pour but que de donner aux étoffes certaines propriétés spéciales.

Un *tissu* est une surface flexible et élastique, formée par des fils régulièrement entrelacés. On y distingue deux sortes de fils : les *fils de la chaîne*, qui suivent la longueur de la pièce, et les *fils de la trame*, qui se trouvent dans le sens de la largeur, perpendiculairement aux premiers. En termes de métier, les premiers sont appelés simplement *fils;* les autres portent le nom de *duites.*

Les fils peuvent être entrecoisés suivant un nombre infini de modes ; ce sont ces modes divers d'entrecoisement, ou *armures*, qui donnent aux étoffes leurs aspects si variés.

On distingue les *armures primitives*, ainsi nommées parce qu'elles ont été connues de tout temps et forment en quelque sorte la base de la fabrication des tissus, et les *armures dérivées*, qui, obtenues par le caprice des fabricants, sont en-dehors des précédentes, dont elles sont dépendantes au moins par le choix des appareils. Le nombre de ces dernières est illimité ; quant aux premières, il en existe quatre espèces : la *toile*, le *sergé*, le *croisé* et le *satin.*

Le *tissu toile*, qui est le plus simple de tous, est représenté par la fig. 10 ; on voit que les fils de la trame passent alternativement en-dessus et en-dessous des fils de la chaîne. C'est cette armure qui est adoptée pour la fabrication des toiles et de la batiste avec le chanvre et le lin, de la mousseline et des cotonnades avec le coton, du drap ordinaire avec la laine, du taffetas avec la soie. Le tissu toile présente identique-

ment le même aspect des deux côtés ; il est par conséquent sans envers.

Dans le *tissu sergé* (fig. 11), les fils de la trame passent alternativement en-dessus d'un fil de chaîne et en-dessous de deux fils de chaîne ; les croisements ont lieu suivant des diagonales (que nous avons représentées en lignes ponctuées sur la figure), et c'est la succession de ces diagonales qui caractérise le tissu sergé et y fait apparaître une série de sillons obliques *s, s'*. Ce tissu est très-solide, puisque les liaisons ont lieu fil à fil ; aussi on l'adopte pour la confection des étoffes communes qui doivent offrir une grande résistance. Les deux côtés sont semblables, comme dans le tissu toile ; cependant on a l'habitude de prendre pour endroit la face du tissu qui présente les sillons montant de gauche à droite.

Le *tissu croisé* (fig. 12) a le même aspect que le sergé, seulement les sillons sont plus espacés ; de plus, au lieu de recouvrir un seul fil de chaîne, la duite en recouvre deux. On prend aussi pour endroit, dans le croisé, la face où le sillon monte de gauche à droite. Le mérinos, que l'on tisse à Rethel, est un tissu croisé.

Le *tissu satin* peut être considéré comme un sergé sans sillon ; au contraire des armures précédentes, il a un endroit et un envers. La fig. 13 fait voir qu'à l'endroit ce sont les fils de trame qui sont le plus en évidence ; or, comme ces fils sont moins tordus que ceux de la chaîne, ils réfléchissent davantage la lumière et sont plus brillants ; de là résulte l'apparence particulière du satin.

Toutes les variétés d'armures obtenues à l'aide de *lames* (1) seulement peuvent se ramener à ces quatre types. On comprend par exemple qu'en reculant l'entrecoisement des fils et des duites dans les trois derniers, on créera toute une série de tissus qui différeront des types, tout en conservant leurs caractères essentiels.

216. — Les principes sur lesquels on s'appuie pour reproduire ces tissus sont très-simples et peuvent être exposés en quelques mots. Considérons par exemple le tissu toile; tous les fils de la chaîne sont disposés dans un plan horizontal et chacun d'eux passe dans une boucle appartenant à un fil vertical; concevons que, par un procédé quelconque, on vienne à soulever tous les fils verticaux qui correspondent aux fils horizontaux de rang pair, et à abaisser tous les fils verticaux qui correspondent aux fils horizontaux de rang impair, on formera ainsi, avec les fils de chaîne, deux plans qui feront un angle; si l'on fait passer un fil dans cet angle, puis, qu'après avoir opéré le mouvement inverse, c'est-à-dire abaissé le premier système de fils et soulevé le second, on fasse repasser la duite en sens contraire dans le nouvel angle formé, et ainsi de suite indéfiniment, on comprendra sans peine qu'on entrelacera cette duite avec tous les fils de la chaîne suivant le dessin représenté par la fig. 10.

(1) Nous définirons ce mot quand nous décrirons le métier à tisser.

Le métier à tisser est une application de ces principes. Mais, avant de dire comment il fonctionne, nous devons décrire les préparations auxquelles on soumet le fil de laine sortant de la filature.

217. — Nous avons vu que les fils de chaîne sont enroulés à la filature sur des bobines, tandis que les fils de trame sont généralement sous forme d'écheveaux.

Les premiers passent d'abord à l'opération de l'*ourdissage,* qui consiste à en assembler un certain nombre parallèlement entre eux sur une longueur égale à celle que doit avoir le tissu ; ce nombre de fils est déterminé par la finesse du tissu, et il en faut d'autant plus que celui-ci est plus fin. On *ourdit* en réunissant en faisceau, ou *portée,* les fils provenant de plusieurs bobines et enroulant ce faisceau sur un tour vertical avec une tension régulière. Le nombre de fils d'une portée est le plus généralement de 40.

La chaîne (1), enlevée de l'ourdissoir, est *encollée.* Les fils, devant être soumis pendant le tissage à des mouvements rapides et à des chocs brusques, ont en effet besoin de glisser facilement et de présenter une résistance suffisante ; en outre, comme ils sont tordus, ils pourraient se détordre à l'endroit où ils sont sou-

(1) Ce nom de *chaîne,* qui a été donné à l'ensemble des fils qui suivent la longueur du tissu, vient de ce que, pour les empêcher de se mêler quand on les enlève de l'ourdissoir, on en forme des mailles semblables aux anneaux d'une chaîne.

levés et par suite se briser. C'est pour éviter tous ces inconvénients qu'on les enduit de colle.

A Sedan, on se sert généralement d'une espèce de colle-forte, fabriquée dans la ville même, à peu près comme à Givet. On fait simplement passer la chaîne dans une dissolution chaude de colle, puis on la soumet à l'action de brosses qui répartissent également la matière agglutinative, et enfin on la fait sécher dans une pièce dont la température est de 25° à 30°. Les fils conservent alors la torsion qui leur a été donnée et ils restent dans l'état où le métier à filer les a abandonnés.

Après l'encollage, vient le *pliage* qui a pour but de donner à la chaîne la largeur que doit avoir le tissu. On se sert d'une espèce de râteau, d'une largeur égale à celle du tissu, entre les dents duquel on fait passer une demi-portée de 20 fils. Au sortir de ce râteau, la chaîne est enroulée sur un cylindre, appelé *ensouple*, qui fait partie du métier à tisser.

Quant aux fils de trame qui viennent de la filature en écheveaux, ils sont dévidés et enroulés sur de petites bobines, ou *canettes*, de telle sorte qu'ils puissent facilement se dérouler jusqu'au bout sans se mêler.

218. — Tout ce que nous venons de dire des opérations qui précèdent le tissage proprement dit, s'applique à la fabrique de Sedan. A Rethel, ces opérations présentent quelques différences que nous allons faire connaître.

L'ourdissage se pratique mécaniquement. On réunit les fils d'un très-grand nombre de bobines, et ces fils, après avoir passé entre les dents d'un large peigne, puis entre des rouleaux horizontaux, et enfin entre les dents d'un nouveau peigne, viennent s'enrouler les uns à côté des autres sur un cylindre horizontal. On opère ainsi beaucoup plus rapidement qu'à la main.

L'encollage est aussi mieux entendu qu'à Sedan. La chaîne traverse d'abord un peigne qui maintient le parallélisme des fils, puis elle passe dans une auge remplie de colle, et elle est séchée par l'action de ventilateurs qui tournent en-dessous avec une vitesse plus ou moins grande.

Nous ajouterons que, pour la laine peignée, le dévidage de la trame est généralement supprimé et que l'on peut obtenir immédiatement à la filature des canettes susceptibles d'être placées dans la navette du métier à tisser.

219. — Le métier à tisser (fig. 14), que tout le monde connaît sous le nom de *métier de tisserand*, est un bâti rectangulaire qui maintient un ensemble de pièces mobiles à l'aide desquelles on fait fonctionner les fils et les duites.

Les fils de la chaîne sont enroulés les uns à côté des autres sur deux cylindres horizontaux C, C', qui portent le nom d'*ensouples;* chacun d'eux passe dans une boucle ou œillet appartenant à un fil vertical F, appelé *lisse* ; il y a par conséquent autant de lisses que de fils dans le tissu.

Suivant l'armure que l'on veut produire, il y a plusieurs systèmes de fils verticaux. Supposons, pour plus de simplicité, qu'il s'agisse de faire un tissu fond de toile; il y aura deux systèmes de lisses, attachés chacun supérieurement et inférieurement à deux barres de bois B, B' dont l'ensemble constitue une *lame*. L'une des lames correspond aux fils de chaîne de rang pair, l'autre aux fils de rang impair.

Les lames sont manœuvrées à l'aide de leviers, ou *marches*, M, M', par l'entremise de cordes K, K', fixées à leurs extrémités inférieures; d'autres cordes, H, H', soutiennent les lames à la partie supérieure et passent sur des poulies P, P'.

Un peigne N, ou *rot*, est placé au bout d'un levier vertical O, et peut se mouvoir autour d'un axe horizontal; c'est ce système qui constitue le *battant* et qui a pour but de serrer les fils de la trame l'un contre l'autre dans l'angle formé par les fils de la chaîne.

Le battant porte la *navette*, espèce de petite nacelle en bois dur et sec, à extrémités ferrées, munie d'une cavité dans laquelle est placée la canette mobile autour de ses tourillons. La navette est posée sur un étrier en fer que supporte le battant; si, à l'aide d'une corde R, l'ouvrier donne un mouvement brusque à cet étrier, la navette, chassée par le choc, traversera toute la largeur de la pièce en laissant dérouler le fil de la canette à travers un trou pratiqué dans l'outil.

Pour tisser, l'ouvrier s'assied sur un banc B, disposé à cet effet en avant de l'ensouple C. Il pose le pied sur l'une des marches; la lame correspondante

descend avec tous les fils qu'elle supporte, tandis que l'autre lame monte, également avec tous ses fils. L'ouvrier manœuvre alors la corde de la navette, et la duite vient se dérouler dans l'angle formé par les deux systèmes de fils de la chaîne ; en poussant le peigne avec une certaine force, le tisseur égalise bien la duite et la serre au sommet de l'angle. Cette série de mouvements exécutés, il la recommence en sens contraire, en mettant le pied sur l'autre marche, chassant la navette et repoussant le battant, et ainsi de suite. A mesure qu'une certaine longueur de pièce est tissée, on l'enroule sur l'ensouple qui, à cet effet, est munie d'une petite roue à rochet.

Pour les autres espèces de tissus simples, le travail est analogue ; on opère seulement avec un nombre de lames plus considérable. Tous les fils qui doivent se soulever en même temps correspondent à une même lame, et chacune des lames est manœuvrée par le tisseur dans un ordre déterminé. Ainsi, pour les sergés, les croisés et les satins dont nous avons donné les dessins, il faudra respectivement 3, 4 et 5 lames.

220. — On pourrait arriver à la rigueur à confectionner tous les tissus, même les plus compliqués, avec le métier ordinaire ; il suffirait d'avoir à sa disposition un nombre de lames suffisamment grand, à chacune desquelles on ferait correspondre un certain nombre de fils de chaîne, suivant un ordre fixé. Mais on se trouverait ainsi, dans beaucoup de cas, en présence d'une très-grande complication qui ferait naître

de nombreuses chances d'erreurs dans l'exécution.

Le *métier Jacquart*, ainsi nommé du nom de son inventeur, a pour but de remédier à ce grave inconvénient. Dans ce métier, dont le principe est admirable de simplicité, chacun des fils est fixé à une aiguille verticale et peut se mouvoir d'une manière indépendante; au-dessus se trouvent des cartons, percés de trous disposés d'une certaine manière. Les aiguilles qui correspondent à des trous sont seules susceptibles d'être soulevées, en levant avec elles les fils qu'elles supportent, tandis que les autres doivent rester immobiles; la duite passera donc en-dessous des premiers et recouvrira les autres. A chaque coup de navette donné par l'ouvrier, il se présente de nouveaux cartons, et par suite le mode d'entrelacement de la duite avec les fils change.

C'est à l'aide du métier Jacquart que l'on fabrique à Sedan la plupart des étoffes façonnées, dans lesquelles on obtient une grande variété de nuances par l'entrecoisement de fils diversement colorés.

221. — Le tissage mécanique a été la conséquence forcée de l'invention des machines à filer. Malgré les nombreux perfectionnements qu'il a subis depuis son apparition dans l'industrie des tissus, ce procédé n'est pas encore appliqué à la laine cardée, à cause du peu de résistance qu'offrent les fils de cette matière aux brusques mouvements mécaniques; ainsi, pour la manufacture de Sedan, on continue toujours à tisser exclusivement à la main. Il n'en est pas de

même dans l'arrondissement de Rethel, où les métiers mécaniques gagnent insensiblement du terrain sur les métiers ordinaires, et le jour n'est pas éloigné où ces derniers auront complètement disparu. Nous ne mettons pas en doute qu'on ne parvienne à tisser mécaniquement toutes sortes de matières textiles suivant les armures les plus compliquées.

Nous ne décrirons pas les organes de transformation ou de transmission de mouvement au moyen desquels on substitue, dans le métier mécanique, le travail de la vapeur à celui de l'homme. Nous dirons cependant quelques mots de deux mécanismes ingénieux qui font arrêter automatiquement le métier quand la navette s'arrête dans la chaîne, ou lorsque la duite casse, ou qu'il n'y a plus de fil sur la canette. Il peut arriver en effet que ces accidents se produisent sans que l'ouvrier, qui surveille généralement deux métiers, s'en aperçoive immédiatement, et d'ailleurs la main ne serait jamais assez prompte pour désembrayer assez vite et empêcher que le battant vienne donner son coup. Les conséquences du second accident ne seraient pas très-graves ; mais il pourrait arriver qu'à la suite du premier les fils de la chaîne ou les dents du rot soient brisés par le choc de la navette.

La boîte qui porte la navette est munie d'un ressort longitudinal sur lequel presse cette dernière quand elle entre, et il est indispensable que ce ressort soit aplati, tant que la navette est dans la boîte, pour que le métier continue à se mouvoir. Si donc la navette s'arrête dans sa course, le ressort, n'étant pas pressé

au coup de battant suivant, agit, par une combinaison d'organes intermédiaires, sur une détente qui désembraye la courroie activant l'appareil.

Le second mécanisme, qui s'appelle *casse-trame*, se compose d'un levier coudé à angle droit, très-mobile autour d'un axe horizontal, et dont l'un des bras s'appuie sur la duite. Celle-ci venant à manquer, le levier tourne parce que l'autre bras est un peu plus lourd, et ce bras vient se placer contre une encoche pratiquée dans un petit arbre horizontal en mouvement. Il résulte de là un arrêt du petit arbre, arrêt qui détermine celui de toutes les parties du métier.

222. — Après le tissage, les étoffes de laine peignée passent à l'opération de l'*épeutissage*, qui a pour but de faire disparaître le duvet dont elles sont recouvertes, à l'aide de lames à dents de scie qui agissent sur toute la surface. Vient ensuite l'*épincetage*, pratiqué par des femmes qui extraient, avec des pinces à becs pointus, les corps étrangers qui peuvent se trouver dans la pièce, comme les pailles, les bourrons, les nœuds, les bouts de fils. Enfin la dernière opération est celle du *reprisage*, ou raccommodage à l'aiguille des parties avariées de l'étoffe; l'ouvrière repriseuse doit s'attacher à rétablir exactement avec son aiguille la contexture du tissu.

Pour les mérinos, seules étoffes rases que l'on fabrique dans le département des Ardennes, le travail s'arrête là et les pièces sont livrées écrues. Nous en

avons donc fini avec l'industrie manufacturière de Rethel, et tout ce qui va suivre s'appliquera exclusivement à la fabrique de Sedan.

Les pièces de drap tissées sont débarrassées, par un lavage et un dégraissage, de la matière grasse que l'on y a introduite aux premières opérations; puis elles passent à l'épincetage, qui se fait comme à Rethel, et au foulage, opération que nous allons décrire.

Foulage.

223. — L'effet principal du *foulage* est d'augmenter la solidité du tissu, qui au sortir du métier est toujours lâche, en serrant les fils et les soudant pour ainsi dire les uns aux autres. C'est cette opération qui donne au drap son aspect caractéristique d'étoffe feutrée et qui le rend chaud et moins perméable à l'air.

On foulait autrefois les étoffes en les soumettant à l'action de pilons, après les avoir imprégnées d'une dissolution de savon qui ramollissait les fibres et en facilitait le rapprochement, tout en empêchant leur altération par le choc. Mais cette méthode était assez défectueuse en ce qu'elle n'opérait pas avec une régularité suffisante. On emploie maintenant des machines plus perfectionnées qui consistent essentiellement en des cylindres horizontaux et verticaux entre lesquels on fait passer la pièce ; celle-ci est ainsi soumise à une compression dans les deux sens et les fibres se rapprochent. On opère une compression plus ou moins

forte en serrant plus ou moins les cylindres et faisant durer l'opération plus ou moins longtemps.

Le rapprochement des fibres, et par suite le retrait de la pièce, est déterminé par le degré de force et l'épaisseur que l'on veut donner au drap. Ainsi, pour les draps d'une finesse moyenne, ce retrait peut être du tiers sur la longueur et de près de la moitié sur la largeur ; pour les tissus légers, ces chiffres sont beaucoup moindres.

Après le foulage, on dégraisse la pièce pour enlever les dernières traces d'oléine ou de graisse ; on arrive à ce résultat en imbibant le tissu d'une eau tenant en suspension de la terre grasse argileuse, dite *terre à foulon*, et le faisant passer entre deux cylindres de bois qui forcent le liquide à pénétrer dans l'étoffe et accélèrent l'opération. On procède ensuite au *dégorgeage,* en continuant à faire tourner la pièce dans une bouillie de terre glaise, puis dans de l'eau claire.

Apprêts.

224. — Les traitements qui, sous le nom d'*apprêts,* suivent le foulage, n'ont pas d'autre but que de donner au tissu un aspect plus agréable à l'œil ; on comprend donc qu'ils doivent être proportionnés à la qualité et à la finesse que l'on désire obtenir.

Dans une première opération, qui porte le nom de *lainage*, on cherche à garnir la pièce d'une couche de duvet homogène, et, dans ce but, on la soumet à

l'action de têtes de chardon (1), dont les pointes, dures, élastiques et recourbées en hameçon, agissent en attirant à la surface les filaments qui ont été énergiquement comprimés et froissés par le foulage.

Le lainage se faisait autrefois entièrement à la main. Depuis le commencement de ce siècle, on se sert de machines qui consistent en un tambour horizontal, mobile autour de son axe, et sur lequel sont disposés des cadres portant les chardons. On fait passer le drap sur le tambour mis en mouvement. Afin de ménager les filaments, on a soin de mouiller complètement le drap et de ne lainer que pendant qu'il est humide ; cette humidité a d'ailleurs l'avantage de contracter le tissu et par suite de mieux dégager les filaments.

On sèche ensuite la pièce sur des rames, avant de la faire passer aux opérations suivantes, excepté lorsqu'on veut fabriquer le velours connu sous le nom de *velours Montagnac*. Dans ce cas, on donne alors à la pièce humide un battage énergique qui redresse le poil et l'amène à une position verticale qu'il conserve en séchant. Au lieu de pratiquer le séchage sur des rames, on se sert souvent d'étuves, chauffées à 40 ou 50°, dans lesquelles on fait passer lentement la pièce ; des ventilateurs viennent encore accélérer le séchage en lançant de l'air chaud sur le drap.

Le lainage a recouvert le tissu d'une espèce de

(1) Ces chardons sont récoltés dans le Midi de la France. Au siècle dernier, on a cultivé, dans les environs de Sedan, des chardons qui passaient pour avoir beaucoup de fermeté ; nous ignorons les raisons qui ont fait abandonner cette culture.

fourrure composée d'une grande quantité de filaments d'inégale dimension ; ces filaments sont couchés dans le drap ordinaire, ils sont debout dans le drap-velours. Pour égaliser cette fourrure et donner à l'étoffe un aspect plus net, plus fin et plus moelleux, il est nécessaire de *tondre* tous les poils à hauteur égale.

Cette opération, qui se faisait anciennement à la main, comme toutes les autres opérations de la fabrication des draps, se fait maintenant avec des machines. La *tondeuse* la plus répandue se compose d'une lame fixe, tout près de laquelle tourne rapidement une autre lame d'acier pliée en hélice sur un cylindre horizontal. On fait avancer le drap, de manière à ce qu'il vienne se présenter à cette espèce de ciseaux ; à l'aide de ressorts à vis, on le serre plus ou moins contre la lame fixe, suivant qu'on veut le tondre de plus ou moins près. Cette machine se règle avec une telle perfection qu'on pourrait raser complètement les poils sans atteindre le fond du tissu.

Le lainage et le tondage sont répétés alternativement et un très-grand nombre de fois. Après un premier lainage, lequel se compose lui-même de plusieurs passages successifs de la pièce sur la machine à lainer, on fait deux premières tontes, à l'endroit, et à l'envers ; après un second lainage, on donne encore deux nouvelles coupes, mais seulement à l'endroit, et ainsi de suite. Pour les draps de qualité moyenne, on répète généralement cinq fois cette série d'opérations. On doit chercher, dans le tondage, à approcher de plus en plus du tissu, sans cependant l'attaquer d'assez près

pour saisir et laisser entrevoir les croisements des fils.

225. — Quand le drap est suffisamment lainé et tondu, on le soumet à une pression considérable, accompagnée d'un chauffage à la vapeur, pour coucher le duvet de la surface et lui donner du brillant. Pour cela, on dispose les pièces, repliées sur elles-mêmes, entre des cartons très-lisses, et l'on forme ainsi une pile que l'on comprime fortement à la presse hydraulique.

Il s'agit de donner de la durée au lustre ainsi obtenu; c'est là le but de l'opération du *décatissage,* qui consiste à imprégner tout le tissu de vapeur d'eau à basse pression; on fait simplement passer la vapeur au travers de la pièce, serrée entre des plaques métalliques percées de petits trous.

Après le décatissage, on laine encore une fois le drap pour démêler un peu la surface des filaments que la vapeur a enmêlés. On emploie des chardons usés, afin de produire un effet moins énergique.

On fait sécher la pièce en l'étendant sur des rames placées en plein air, et lui donnant une certaine tension; on ne la retire que quand elle est tout-à-fait sèche et qu'on lui a fait subir un fort brossage dans la direction du poil. Quand le temps n'est pas beau, on fait sécher l'étoffe dans des séchoirs chauds.

Le drap sec est encore tondu un très-grand nombre de fois, après quoi on le soumet à l'action d'une brosse mécanique qui enlève les derniers filaments attachés à

la surface. Enfin on comprime la pièce à chaud avec une presse hydraulique, on la décatit, et on la comprime une dernière fois très-fortement à froid.

L'étoffe est alors complètement terminée et prête à être emballée.

Utilisation des déchets.

226. — Dans cette longue série d'opérations que nous venons de passer rapidement en revue, le travail de la laine fournit de nombreux déchets que l'on a longtemps considérés comme inutilisables ou, au moins, sans grande valeur, mais dont on sait maintenant tirer parti, grâce aux progrès de l'industrie moderne. On peut dire que la manufacture des draps justifie, jusqu'à un certain point, cet axiôme que M. Payen a posé et qui devrait être la règle de tous les industriels : « En industrie, il n'y a pas de déchets. »

Nous avons déjà vu qu'à Rethel les laines en suint sont lavées à l'eau claire, et que l'on en extrait ainsi des matières solubles dans lesquelles dominent les sels de potasse. Il existe à Reims une importante usine où l'on traite ces eaux de lavage pour la préparation de la potasse.

A Sedan, on n'opère pas ce lavage, et les laines en suint sont dégraissées, avec les laines lavées à dos, au bain de savon ou de carbonate de soude. Au fond de la cuve, il se dépose une boue noire et épaisse, riche en matières animales, et qui constitue les *fonds*

de cuve. Les eaux qui ont servi au lavage contiennent, avec du savon et du carbonate de soude, des substances grasses et quelques filaments enlevés à la laine; tantôt, et c'est malheureusement le cas le plus fréquent, elles sont envoyées à la rivière et par suite complètement perdues; tantôt elles sont utilisées comme nous le verrons plus loin.

Les batteries mécaniques fournissent des poussières mêlées de filaments courts de laine, auxquelles on donne le nom de *résidus de batterie.*

Dans le fond des cuves de teinture, on trouve un dépôt constitué par un mélange des substances introduites dans la cuve et de quelques débris de laine.

Dans les filatures, les résidus sont très-nombreux; ce sont les *débours,* filaments de laine courte provenant du nettoyage des cardes; les *corons,* fils qui se cassent aux métiers à filer ou à tisser; les balayures d'atelier, etc., etc.

Enfin toutes les opérations principales qui suivent le tissage, c'est-à-dire le foulage, le lainage, le tondage, donnent des débris de laine très-courts appelés *nopes;* les résidus de la tonte des draps portent plus particulièrement le nom de *tontisses.*

227. — Ces matières constituent toutes d'excellents engrais pour l'agriculture; la laine, qui est une des matières animales les plus riches en azote, a en effet une très-grande influence sur la végétation. Cependant on trouve un plus grand avantage à traiter industriellement une grande partie des déchets de laine, et l'on

est parvenu à en extraire des filaments que l'on peut filer et tisser, et faire ainsi rentrer dans la fabrication des étoffes. Nous dirons en passant que les tontisses servent à la fabrication des papiers de tenture dits *veloutés*.

Il y a à Sedan quelques usines qui traitent les déchets de laines, tels que les débours, les corons, les balayures d'ateliers, les nopes, etc. Ces matières sont d'abord triées à la main sur des grilles au travers desquelles passent les corps étrangers; puis elles sont soumises au battage, qui sépare les poussières, et, quand cela est nécessaire, au dégraissage, qui se fait de la même manière que pour les laines et les blouses.

Les eaux de dégraissage sont conduites dans des bassins où on les additionne d'acide sulfurique ou d'acide chlorhydrique étendu; il se sépare alors une graisse, mêlée de quelques filaments de laine, qui vient surnager et que l'on enlève avec des cuillers. Cette graisse, après avoir été épurée, entre dans la fabrication du savon. Si l'on extrayait encore, comme cela devrait être, la soude contenue dans l'eau de dégraissage qui a été traitée par l'acide, on se procurerait toutes les matières premières nécessaires à la confection du savon.

Les usines de Sedan traitent environ, chaque année, 260,000 kilog. de déchets de toute sorte, desquels elles retirent à peu près 1/3 de laine utilisable. Les dépôts de batterie sont livrés à l'agriculture au prix moyen de 5 fr. les 100 kilog., et les fonds de cuve au prix de 1 fr. Les cultivateurs peuvent encore employer

comme engrais les dépôts de cuve de teinture et les résidus de triage; ces derniers sont souvent mélangés aux fonds de cuve de dégraissage (1).

IMPORTANCE DU TRAVAIL DE LA LAINE DANS LE DÉPARTEMENT DES ARDENNES.

228. — Voici quelques chiffres qui feront apprécier quelle source de profits la population laborieuse du département des Ardennes trouve dans l'élaboration de la laine.

On compte dans les Ardennes 86 filatures qui sont réparties dans les arrondissements de Sedan, Rethel et Mézières; deux seulement de ces établissements se trouvent dans les arrondissements de Vouziers et de Rocroi. Les filatures de laine cardée sont au nombre de 54 et comprennent 175,000 broches; les filatures de laine peignée, qui sont au nombre de 32, comprennent 100,500 broches. Ces dernières travaillent toutes pour la manufacture de mérinos de Rethel et surtout pour la manufacture de Reims; quant aux autres, à part un petit nombre d'entre elles qui envoient leurs produits à Reims, elles travaillent pour Sedan. Les centres principaux où l'on file la laine sont, par ordre d'importance : les environs de Sedan, Rethel et Signy-l'Abbaye. A La Neuville-lès-Wasigny, près

(1) Voir, pour plus de détails sur les résidus de laine au point de vue agricole, le *Journal de la Société d'Agriculture du département des Ardennes*, tome XXIII, année 1866, page 229.

de cette dernière localité, il se trouve une filature qui est munie de 24,200 broches.

Le nombre total d'ouvriers employés par le filage de la laine est de 6,200, hommes, femmes et enfants. On peut évaluer le poids de laine filée à 5,500,000 kil.

Le tissage à la main occupe 2,800 ouvriers pour la manufacture de Sedan, et 3,850 pour Reims et Rethel. Les premiers sont disséminés dans les villages de l'arrondissement; les autres se trouvent surtout dans les communes qui touchent au département de la Marne.

Le tissage mécanique n'emploie encore que 350 ouvriers, dont chacun correspond à deux métiers; mais ce mode de travail tend à prendre une rapide extension dans l'arrondissement de Rethel.

A part la teinture et les traitements qui constituent les apprêts, presque toutes les opérations de la fabrication des draps se font en dehors des murs de Sedan. En exceptant les fileurs et les tisseurs dont nous avons déjà donné le nombre, nous pouvons évaluer à 600 le nombre des ouvriers occupés par ces opérations. Les ouvriers qui travaillent dans la ville même sont au nombre de 4,000.

Il existe à Sedan 130 fabricants et 11 teinturiers; la quantité de laine épurée mise en œuvre est de 2,375,000 kilog., représentant une valeur de 19 millions de francs.

Pour se rendre compte de l'importance de la fabrication, on peut prendre pour base une lainerie. Chacune de ces machines, travaillant 12 heures par jour,

produit en moyenne par mois 550 mètres de drap, soit, par an, 6,600 mètres. Comme il y a 440 laineries, la production totale est de 2,904,000 mètres de drap qui, à 12 fr. le mètre en moyenne, valent 35 millions de francs.

Les dimensions adoptées pour les pièces sont de 45 à 55 mètres de longueur sur 1^{m} 50 de largeur. On fabrique quelquefois par demi-pièce; certains articles spéciaux se font aussi sur une largeur moindre.

En résumant les chiffres relatifs aux ouvriers, on verra que la population ouvrière qui vit du travail de la laine s'élève à 17,800. Les fileurs sont payés en moyenne à raison de 2 fr. 25 c. par jour; les tisseurs travaillent à façon et peuvent gagner 4 fr.; les ouvriers des apprêts reçoivent un salaire calculé sur le taux de 22 1/2 centimes par heure. Les femmes gagnent en moyenne 1 fr. 20 c. et les enfants 0 fr. 75 c.

Malgré les accroissements considérables que les salaires ont reçus dans ces dernières années, la fabrique de Sedan a pu, grâce aux nombreux perfectionnements apportés dans la fabrication, baisser ses prix de vente tout en conservant la qualité de ses produits. Cette industrie, qui a su se transformer sans cesse pour satisfaire aux nécessités si variables de la consommation, a constamment prospéré, si l'on en excepte quelques périodes de crise courageusement traversées, et son passé répond de son avenir.



CHAPITRE VI.

INDUSTRIES DIVERSES.

Dans ce chapitre, nous passerons en revue toutes les industries qui n'ont pu trouver place dans les chapitres précédents et qui, sans influer sur le caractère industriel du département des Ardennes, ont trop d'importance pour être omises dans un ouvrage comme celui-ci. Nous suivrons dans cette étude l'ordre le plus rationnel et le plus logique, celui qui consiste à donner le pas aux industries qui touchent aux œuvres de l'intelligence.

Il y a un certain nombre d'industries secondaires que nous avons laissées complètement de côté, soit parce qu'elles ne sont qu'assez peu développées dans les Ardennes, soit parce que les procédés en sont extrêmement simples et connus de tout le monde; telles sont la préparation de l'amidon, la fabrication des allumettes chimiques, la vannerie, la carrosserie, la fonderie de suif, la fabrication des couleurs minérales, l'extraction des huiles végétales, etc. Nous ne les citons ici que pour mémoire et pour faire connaître qu'elles existent dans le département.

Nous entrons de suite en matière en commençant

par l'*imprimerie,* cet instrument puissant de la civilisation du monde.

IMPRIMERIE.

229. — Dans l'antiquité et au moyen-âge, les livres étaient reproduits à la main, et il fallait quelquefois la vie entière d'un homme pour copier un volume dont nous pouvons aujourd'hui obtenir en quelques jours plusieurs milliers d'exemplaires. Aussi ils étaient d'un prix très-élevé et la jouissance n'en était possible qu'à un petit nombre de privilégiés. Les choses ont bien changé depuis, grâce à l'imprimerie.

On s'accorde généralement à attribuer l'invention de l'imprimerie (vers 1440) à Güttemberg, de Mayence, aidé de Fust et de Schæffer; on a cherché dans ces dernières années à lui contester cet honneur, mais sans preuves suffisantes. Quoi qu'il en soit, il est certain qu'au milieu du XVe siècle, alors que le moyen-âge disparaissait avec son ignorance pour faire place à une civilisation nouvelle, et que le besoin d'instruction se faisait partout sentir sous la puissante impulsion donnée aux sciences et aux lettres, le germe de cette invention se trouvait dans l'air, et, si l'imprimerie n'eût été découverte par Güttemberg, elle l'eût été par un autre.

Les Chinois, qui ont tout inventé avant nous, auraient connu l'imprimerie treize siècles avant l'ère chrétienne, si l'on en croit le Père Duhalde, qui toutefois s'abstient de fournir la moindre preuve sé-

rieuse à l'appui de son opinion. Mais on sait positivement qu'ils employaient les caractères mobiles vers le Xe siecle; de là à l'imprimerie il n'y avait qu'un pas.

230. — Entrons dans une imprimerie et cherchons à nous rendre compte des différentes phases par lesquelles passe le manuscrit d'un auteur pour être transformé en livre.

L'ouvrier le plus important d'une imprimerie est le *compositeur;* c'est lui qui est chargé de prendre un à un les caractères mobiles et de les ranger à la suite l'un de l'autre pour en composer des mots et des phrases. Il se tient debout devant de vastes casiers inclinés dont les compartiments, ou *cassetins,* renferment dans un ordre déterminé toutes les lettres de l'alphabet, ordinaires, grandes et petites capitales, avec leurs particularités d'accentuation, ainsi que les signes de la ponctuation, les chiffres, les parenthèses, les guillemets, les astériques, etc. Il tire de chaque cassetin, avec une étonnante rapidité, la lettre ou le signe propre à rendre ce qu'il lit sur le manuscrit, et il le place sur le *composteur.* L'habileté de certains compositeurs est telle qu'ils peuvent distribuer et composer plus de 12,000 lettres par jour.

Le *composteur* est une coulisse de fer dont le bord est relevé en équerre sur toute sa longueur. Il est fermé à un bout par un petit pan carré; un arrêt mobile et à vis permet d'augmenter ou de diminuer la longueur de la place qu'occupent les lettres devant

former une ligne; cette longueur porte le nom de *justification*. Les mots sont séparés par une petite lame de plomb, ou *espace,* destinée à former le blanc qui doit exister entre eux. On tient lieu des caractères qui manquent pour terminer les lignes finales des alinéas par des *cadrats,* ou petits fragments de fonte.

Lorsqu'une ligne est achevée, on la recouvre d'une autre, jusqu'à ce que le composteur soit rempli; si l'on veut que les lignes soient moins rapprochées, on les sépare par des *interlignes,* ou réglettes de métal, dont l'épaisseur varie avec l'espace blanc que l'on désire obtenir.

On dépose les lignes, au fur et à mesure que le composteur est plein, sur une planchette qui est munie d'un rebord en équerre et que l'on appelle *galée.* Quand le nombre de ces lignes est suffisant pour former une feuille d'impression, le *metteur en pages* les enlève et en fait des pages de même longueur qu'il lie et pose sur le *marbre,* grande table de pierre polie ou de fonte; cet ouvrier entoure les pages de garnitures et les *impose,* d'après le format adopté, dans des châssis en fer, en les maintenant séparées par des lingots creux. Les pages doivent être placées dans un ordre tel que, la feuille de papier étant imprimée et pliée, elles se suivent dans leur ordre numérique naturel. On obtient ainsi des *formes.*

On distingue différents formats, d'après le nombre de feuillets que donne une feuille de papier. Les principaux sont les formats *in-folio, in-quarto, in-octavo, in-12, in-18,* qui correspondent respective-

ment à 2, 4, 8, 12, 18 feuillets, ou 4, 8, 16, 24, 36 pages pour une feuille d'impression.

Avant d'imprimer, on tire une ou plusieurs *épreuves* successives qui sont lues par le *correcteur* et revues par l'auteur. Lorsque les corrections sont faites, on peut livrer les formes à la *presse.*

231. — La presse dont on se sert encore le plus fréquemment est une presse à bras, qui a été inventée par lord Stanhope. La forme est placée sur une table que l'on peut faire mouvoir en avant ou en arrière à l'aide d'une manivelle; un ouvrier *encre* la forme avec un rouleau de gélatine enduit d'une encre grasse et épaisse; un autre rabat sur cette forme un cadre brisé à charnières qui porte la feuille à imprimer, préalablement humectée; on repousse la table sous le plateau de la presse, et, en faisant descendre ce plateau par le moyen d'une vis, on exerce une compression d'autant plus énergique que la forme a plus d'étendue. La feuille étant imprimée, on ramène la table en arrière, on encre de nouveau la forme, on remet une nouvelle feuille dans le cadre mobile, on fait agir la presse, et ainsi de suite jusqu'à ce que toutes les feuilles soient imprimées sur le *recto;* on change alors de forme et l'on imprime le *verso.*

Vers l'année 1790, l'Américain Nicholson inventa une presse mécanique permettant d'opérer avec beaucoup plus de rapidité qu'avec la presse à la main. Après avoir reçu de nombreux perfectionnements de la part d'autres inventeurs, cette machine fut employée

pour la première fois à Londres, en 1814, pour l'impression du journal le *Times*.

Les presses mécaniques sont maintenant très-répandues et il en existe un très-grand nombre de modèles. Dans presque toutes ces machines le principe est le suivant : la pression, au lieu d'être donnée par un plateau, est communiquée par un cylindre sous lequel la forme encrée vient se mouvoir horizontalement; à l'aide d'un second cylindre placé en-dessous du premier, on peut imprimer le verso de la feuille en même temps que le recto. Il y a des presses qui fonctionnent avec une si grande rapidité qu'elles peuvent imprimer jusqu'à 30,000 feuilles par heure.

Après le *tirage*, il ne reste qu'à faire sécher les feuilles, à les presser pour faire disparaître les saillies produites par les caractères, à les plier suivant le format adopté et à les brocher en volume.

FABRICATION DU PAPIER.

232. — Si l'art de l'imprimerie a pris un aussi rapide développement et a exercé une telle influence sur la société moderne, c'est certainement au papier qu'il le doit. Sans cette matière précieuse, en effet, la découverte de Güttemberg fût restée lettre morte et n'eût été d'aucune utilité.

Chez les anciens, on se servait simplement, pour recevoir les caractères d'écriture, de tablettes de cire, d'ivoire ou de plomb, ou de parchemin. Les Égyptiens employaient des feuilles fabriquées avec la moëlle

filandreuse d'une plante nommée *papyrus*, dont l'usage se répandit en Italie et subsista jusqu'au VIIIe siècle.

Vers le IXe siècle, le papier de coton fut introduit d'Orient en Europe par les Arabes, et deux ou trois siècles plus tard, on imagina, en Espagne, de substituer au coton le chanvre et le lin. Le papier moderne était inventé.

Cependant, au moyen-âge, on employait de préférence le parchemin ; cette matière devint même tellement rare que des moines ignorants effacèrent de précieux manuscrits, par grattage ou par des procédés chimiques, pour y écrire des légendes ou des récits sans intérêt. La science moderne est parvenue, après de patientes recherches, à faire revivre dans plusieurs cas l'ancienne écriture sous la nouvelle, et c'est ainsi qu'on a retrouvé de nombreux fragments d'auteurs célèbres. Ces manuscrits sont connus par les archéologues sous le nom de *palimpsestes*.

La production du papier en France atteint le chiffre de 60 millions de kilog. représentant une valeur de 55 millions de francs. Il n'existe dans le département des Ardennes que 8 papeteries qui, à part celle de Montgon, ne sont pas très-considérables ; elles occupent en tout 80 ouvriers et se livrent exclusivement à la fabrication des papiers communs.

233. — On fabrique le papier avec des chiffons de lin, de coton ou de chanvre, du linge usé, des lambeaux de vieux vêtements, etc.

La première opération à laquelle on soumet ces matières a pour but de les diviser sans toutefois en détruire la ténacité. Autrefois on atteignait ce but en les faisant pourrir en tas ; on se dispense maintenant de cette fermentation, qui présentait d'ailleurs des inconvénients.

Les chiffons, assortis suivant leur finesse, subissent, dans un loup analogue à celui que l'on emploie pour le travail de la laine, des secousses violentes qui les débarrassent d'une partie de leur poussière ; on les lave ensuite avec une dissolution de soude et on les rince à grande eau.

Les matières lavées passent à la *machine effilocheuse* qui détruit le tissu en divisant et séparant les fibres ; cette machine se compose d'un cylindre garni de lames métalliques qui tourne rapidement dans une caisse et dont les lames se rencontrent avec d'autres semblables adaptées au fond de la caisse ; les chiffons, saisis par ces lames, se déchirent et s'*effilochent*.

On *blanchit* les chiffons effilochés en les soumettant à l'action du chlore, obtenu par la réaction de l'acide sulfurique étendu sur le chlorure de chaux. Il faut éviter l'emploi d'un excès de chlore, car on attaquerait la matière végétale et on en détruirait la ténacité.

Lorsque les matières sont complètement décolorées, on les fait encore passer, en les imprégnant d'eau, à la machine effilocheuse qui les lave et en même temps en active la division et la trituration.

On obtient ainsi une espèce de pâte qu'il ne reste

plus qu'à transformer en papier. On distingue deux procédés de fabrication : *à la main* et *à la mécanique*.

Le premier procédé, qui était autrefois employé exclusivement, est celui qui donne les meilleurs produits; il n'est plus suivi maintenant que quand on veut obtenir un papier nerveux et résistant. La pâte est mise en suspension dans l'eau; l'ouvrier y plonge une *forme,* cadre entourant une toile métallique à mailles serrées, qu'il recouvre entièrement de pâte, puis il la retire en lui imprimant des mouvements saccadés et de balancement qui égalisent la couche. On laisse suinter l'eau, et, quand la feuille a pris une certaine consistance, on la retourne sur un feutre. Lorsque l'on a formé un tas assez épais de feuilles de papier et de feutres alternatifs, on soumet le tout à une forte pression et on achève le séchage du papier à l'air libre ou dans des étuves.

Le papier ainsi préparé absorbe facilement l'eau; il *boit,* comme le papier brouillard. Quand il doit servir à recevoir l'écriture, il est nécessaire de le *coller;* il suffit pour cela de le tremper dans une dissolution mixte d'alun et de gélatine.

Ces opérations, coûteuses et lentes, sont remplacées partout par le travail à la mécanique. On verse la pâte dans une trémie qui la distribue uniformément sur une toile métallique sans fin, animée d'un mouvement de va-et-vient; après avoir pris déjà une certaine consistance sur cette toile, elle passe successivement entre des cylindres en bois et en cuivre qui la com-

priment légèrement et font disparaître les inégalités de la surface du papier qui commence à se former. En continuant sa route, la feuille rencontre des cylindres chauffés à la vapeur qui sèchent le papier, et elle vient ensuite s'enrouler sur un tambour. Avec cette machine, comme on voit, la fabrication est continue : la pâte se distribue à la tête, et le papier s'enroule à l'autre extrémité.

Pour le papier à la mécanique, le collage ne se fait plus seulement à la surface comme pour le papier à la main. On colle la pâte même, en y introduisant de l'amidon et un savon résineux à base d'alumine.

FABRICATION DES CRAYONS.

234. — Les crayons ordinaires se font avec du *graphite* ou *plombagine,* que l'on nomme aussi, mais improprement, *mine de plomb.* C'est une variété de carbone, gris noirâtre, d'un brillant métallique, tachant les doigts, que l'on rencontre sur plusieurs points du globe, dans le comté de Cumberland (en Angleterre), en Sibérie, en Bohème, dans les Pyrénées, etc.

Le savant Conté inventa en 1795 la *plombagine artificielle*, mélange de plombagine en poudre chauffée au rouge et d'une certaine proportion d'argile. Les crayons fabriqués avec cette matière firent concurrence aux produits anglais, obtenus à l'aide de la plombagine naturelle, sciée en petits parallélipipèdes et incrustée dans des enveloppes de bois. Néanmoins ces derniers étaient préférés, lorsque la manufacture de

Givet, fondée en 1829, parvint à donner à la plombagine artificielle tous les caractères et le moelleux du graphite naturel du Cumberland.

Depuis cette époque, cette importante manufacture a pris une extension considérable et ses produits ont acquis une réputation européenne sous le nom de *crayons Gilbert*. La fabrication atteint le chiffre de 60,000 grosses par an, et elle occupe environ 60 ouvriers, hommes et femmes, dont le salaire moyen est de 2 fr. 25 c. par jour. La valeur d'une grosse de crayons varie de 1 fr. à 40 fr.

235. — Le mode de fabrication des crayons peut être exposé en peu de mots. On commence par laver le graphite dans de grands baquets avec de l'eau claire, pour séparer les matières terreuses qui l'accompagnent toujours et en altèrent la pureté ; puis on le mélange avec de l'argile très-pure et préalablement soumise à la lévigation, dans une proportion qui varie avec la dureté que l'on veut obtenir. La pâte, après avoir passé entre des meules horizontales et entre des laminoirs qui rendent le mélange plus intime, est placée dans un cylindre vertical creux fermé à la partie inférieure par une plaque percée d'un trou carré ; on chasse la pâte à travers le trou à l'aide d'un piston, et l'on obtient un fil carré un peu mou et d'une grande souplesse. On découpe ce fil en fragments de longueur convenable que l'on pose sur des planches et que l'on fait sécher dans un four chauffé au rouge. L'argile durcit sous l'impression de la chaleur et la pâte ac-

quiert de la dureté et de la solidité. Il n'y a plus qu'à enchâsser les fragments parallélipipèdiques entre deux petites planches de bois ou baguettes, dans l'une desquelles est pratiquée une rainure, à réunir ces planchettes par le collage, à les tourner, à les vernir et à les polir.

Le graphite dont on fait la plus grande consommation à Givet vient de Bohême, et revient à 120 ou 140 fr. les 100 kilog. Le bois appartient à l'espèce désignée sous le nom de *cèdre de la Floride,* qui est douée d'une odeur agréable ; on le paye 40 à 50 fr. les 100 kilog. On emploie aussi le *cèdre d'Algérie.*

On fabrique les crayons de couleur à l'aide de diverses matières colorantes mêlées de gomme. Ainsi, pour les crayons rouges, on se sert de *sanguine,* espèce d'ocre rouge.

FABRICATION DU GAZ A ÉCLAIRAGE.

236. — Quand on soumet la houille à la distillation, on obtient un produit gazeux doué d'un très-grand pouvoir éclairant. Le premier qui ait songé à tirer parti de ce gaz est l'ingénieur français Lebon, qui mit en pratique un procédé de son invention et commença des essais vers la fin du siècle dernier. Mais cette découverte, comme tant d'autres faites en France, dut passer par l'Angleterre pour entrer définitivement dans le domaine de la pratique, et, après un certain nombre d'essais, la ville de Londres fut éclairée pour la première fois au gaz en 1810. Ce n'est qu'en 1817 que

Paris commença à suivre cet exemple et qu'un Anglais, du nom de Windsor, installa l'éclairage au gaz au passage des Panoramas.

A notre époque, l'emploi du gaz de la houille a pris une extension si considérable que l'on n'évalue pas à moins de 60 millions de mètres cubes la quantité consommée annuellement par Paris ; la longueur des conduites souterraines qui portent la lumière dans les différents quartiers de cette ville est environ de 550 kilomètres.

La lumière du gaz est la plus éclairante ; c'est aussi la moins coûteuse. Il résulte d'expériences précises qu'elle présente une économie de près de moitié sur l'éclairage à l'huile et des deux tiers sur l'emploi du suif ou de la chandelle.

Toutes les villes importantes du département des Ardennes et un grand nombre d'usines ont adopté ce mode d'éclairage. On peut admettre que le mètre cube de gaz revient en moyenne à 30 centimes. A Charleville, un bec consomme 130 litres par heure.

237. — Toutes les houilles ne sont pas propres à la fabrication du gaz ; les plus convenables sont celles qui fournissent la plus forte proportion de matières volatiles par la distillation, telles que les houilles à longue flamme. A Charleville on emploie le *flénu sec* de Mons, qui donne 25 mètres cubes de produits gazeux par hectolitre. Voici comment on opère dans cette usine :

Le charbon minéral est introduit dans de grands

cylindres, ou *cornues*, en terre cuite, placés horizontalement au nombre de cinq au-dessus d'un même foyer. Il y a quatre foyers ; deux sont en marche en hiver, et un seul en été, tandis que les autres sont en réparation ; ils sont chauffés à la houille.

La substance qui domine dans les produits volatils est le gaz hydrogène carboné, combinaison chimique d'hydrogène et de carbone. Ces produits contiennent en outre d'autres gaz, comme l'hydrogène, l'azote, l'oxyde de carbone, l'acide carbonique, des gaz ammoniacaux et sulfurés, etc., et des substances liquides (huiles et goudron). Il est essentiel de les débarrasser de ces matières étrangères qui leur communiquent une odeur très-fétide et qui diminuent notablement le pouvoir éclairant.

Dans ce but, les gaz sortant des cornues passent dans un premier tube horizontal en fonte rempli d'eau, puis dans une série de tubes métalliques verticaux qui présentent un grand développement. Les produits liquides se condensent en grande partie et sont reçus dans une caisse pleine d'eau, placée au-dessous des tubes verticaux ; les sels ammoniacaux se condensent aussi partiellement dans l'eau.

De là, les gaz sont conduits successivement dans une caisse contenant du coke, et dans une autre qui renferme de la chaux pulvérulente et humide ; la première absorbe les produits ammoniacaux, et la seconde retient la plus grande partie des acides carbonique et sulfhydrique.

Les gaz, à peu près épurés, sont reçus dans un

gazomètre, espèce de grande cloche en tôle vernie qui plonge dans un bassin rempli d'eau. C'est de ce gazomètre que partent les gaz pour être distribués, par des tuyaux souterrains, aux différents lieux de consommation ; le poids doit en être partiellement équilibré par des contre-poids qui ne lui laissent que le poids nécessaire à la pression exigée par la distribution et qui, agissant toujours régulièrement, assurent l'uniformité de l'éclairage.

238. — Les produits accessoires de la préparation du gaz de l'éclairage, tels que le coke qui reste dans les cornues et le goudron qui se dépose dans les tubes, suffisent largement à payer les frais de fabrication.

Les autres produits restent généralement sans emploi dans les usines du département des Ardennes. C'est à tort, car, en dehors des usages industriels auxquels ils sont propres, ils peuvent rendre de grands services à l'agriculture.

Ainsi les eaux ammoniacales, après avoir été concentrées à l'aide de la chaleur perdue des foyers, pourraient être envoyées dans des fabriques de produits chimiques où elles serviraient à la préparation des sels ammoniacaux. Dans les usines à gaz où la production a trop peu d'importance pour donner lieu à cette opération, les eaux ammoniacales, au lieu d'être rejetées comme inutiles, devraient au moins être livrées à l'agriculture. Répandues sur les prairies, après avoir été additionnées d'eau qui en atténue la

force, elles donnent une grande vigueur à la végétation ; elles ont en outre la propriété d'éloigner les insectes par leur odeur.

Les chaux d'épuration peuvent être utilisées, avec une grande économie, pour le chaulage des terres et la confection des composts ; il faut seulement avoir la précaution de les laisser exposées un certain temps à l'air, pour oxyder les sulfures qu'elles renferment au sortir des épurateurs et qui nuiraient singulièrement à la végétation. Comme les eaux ammoniacales, ces matières jouissent de la propriété de détruire ou d'éloigner les animaux nuisibles et surtout les larves de hannetons qui, dans certaines années, produisent des ravages considérables.

TANNERIE.

239. — Les peaux se putréfiant très-rapidement au contact de l'air humide, on a dû s'occuper de bonne heure des moyens propres à préserver de toute altération ces dépouilles d'animaux qui constituèrent les vêtements des premiers hommes. On retrouve des notions grossières de l'art du tannage chez les peuples les plus sauvages de l'Asie et de l'Amérique septentrionales ; à l'Exposition universelle de 1867, on a pu étudier les cuirs fabriqués par ces peuples, produits qui présentent un très-grand intérêt au point de vue historique, car ils montrent ce que devait être anciennement l'industrie de la tannerie.

Le tannage des peaux se fait avec des écorces

d'arbres, principalement avec l'écorce de chêne. L'histoire nous apprend qu'en France cette industrie était déjà très-active au XIII[e] siècle, et l'on connaît des ordonnances de cette époque qui réglementent la fabrication et le commerce des cuirs.

Il est assez difficile d'établir d'une façon certaine le chiffre de la fabrication annuelle des cuirs en France, car le grand nombre d'abatages qui s'exécutent à la campagne sans aucun moyen de contrôle passent inaperçus dans la production générale. Les plus récentes statistiques portent à une somme de 300 millions de francs la valeur des produits livrés au commerce par toutes les industries qui s'occupent du travail des peaux.

Dans le département des Ardennes, le centre le plus important pour la préparation des cuirs est la ville de Givet. Le tannage des *cuirs forts jusés*, qui a été introduit dans cette ville vers la fin du XVII[e] siècle, a suivi une progression continue depuis cette époque, grâce à la proximité des forêts de l'Ardenne qui fournissent d'excellentes écorces à des prix très-modérés, et il a acquis rapidement une juste renommée. La production annuelle des tanneries de Givet est de 525,000 kilog. de cuirs, dont la valeur est de 1,890,000 fr.; ces établissements occupent 140 ouvriers qui gagnent en moyenne 2 fr. par jour.

Les autres tanneries du département, sauf quelques rares exceptions, fabriquent des cuirs mous avec les peaux provenant de l'abat des boucheries locales, et elles vendent sur place la plus grande partie des

produits fabriqués. Elles emploient environ 300 ouvriers.

240. — Le principe de l'opération du tannage consiste dans la formation d'une combinaison imputrescible entre la matière animale et l'acide tannique; cette opération, en même temps qu'elle met les peaux à l'abri de toute altération, leur donne encore de la souplesse et de l'imperméabilité.

L'acide tannique est généralement fourni par l'écorce de chêne; nous avons vu (§ 142) comment on se procure cette écorce. Nous n'y reviendrons pas ici; mais nous ajouterons que l'industrie de la tannerie met encore en œuvre d'autres substances contenant du tannin. Ainsi, dans les Indes, on traite depuis longtemps les peaux par le *cachou*, extrait préparé avec le bois, les feuilles et les fruits d'une espèce d'acacia; on commence à employer cette matière en Europe. Les cuirs de Russie doivent leurs qualités et leur odeur spéciales à ce qu'ils sont tannés avec de l'écorce de saule et imprégnés avec une huile empyreumatique provenant de la distillation de l'écorce de bouleau. Les peaux destinées à la mégisserie et à la chamoiserie sont rendues imputrescibles à l'aide du chlorure d'aluminium, substance que l'on obtient par la double décomposition de l'alun et du sel marin.

241. — Abordons maintenant la description des procédés ordinaires de tannage à l'aide de l'écorce de chêne, ou *tan;* ce sont au reste les seuls procédés suivis dans le département des Ardennes.

Les cuirs se distinguent en deux catégories : les *cuirs mous* et les *cuirs forts*. Les premiers sont ceux qui doivent conserver de la souplesse après le tannage; les autres doivent au contraire acquérir le plus de dureté et d'imperméabilité possible.

On commence par laver les peaux dans une eau courante qui enlève les parties solubles et qui les amollit; c'est l'opération du *dessaignage*. Pour les *peaux vertes*, peaux fraiches et saignantes qui sont apportées aux tanneurs peu de temps après l'équarrissage, cette opération ne dure que deux ou trois jours. Mais quand on traite des peaux sèches ou salées, comme celles qui viennent de l'Australie et de l'Amérique du Sud et qui servent surtout à la fabrication des cuirs forts, on n'obtient la souplesse convenable que par de nombreux lavages, des foulages et des étirages.

Après le dessaignage, vient le *pelanage*, qui a pour but de faciliter l'enlèvement des poils et des chairs encore adhérentes aux peaux. On pratique le pelanage en passant successivement les peaux dans cinq ou six bassins remplis d'un lait de chaux plus ou moins chargé. Le premier bassin est celui qui est le plus épuisé; c'est le *pelain mort;* le dernier bassin, qui contient la plus forte proportion de chaux et qui porte le nom de *pelain neuf*, est le plus actif.

On procède ensuite au *débourrage* ou *épilage*. On râcle les peaux avec un couteau émoussé pour enlever les poils dont l'adhérence a été diminuée par l'action de la chaux; puis on les lave et on les travaille sur le

chevalet, toujours avec un couteau, en les mouillant fréquemment; on rogne les parties inutiles ou les parties trop épaisses, on achève d'enlever les lambeaux de chair, et on nettoie les deux faces de la peau en ayant soin de les presser fortement avec le côté rond du couteau pour faire sortir la chaux qui aurait pu pénétrer dans le tissu. Enfin, on polit la peau et on lui donne une surface lisse et égale en la frottant avec une pierre de grès.

Quand les peaux sont ainsi préparées, on les fait *gonfler*, en les plongeant dans de la *jusée*, ou jus de tan épuisé; après quoi, on les abandonne à elles-mêmes pendant une quinzaine de jours. Les peaux molles gonflées ont leurs pores distendues, et sont par suite plus propres à absorber le tannin; c'est alors que l'on procède à l'opération du tannage proprement dit.

Le tannage se fait dans des *fosses*, cuves rondes ou carrées qui sont construites en bois ou en maçonnerie et dont les bords sont à fleur de terre. On place au fond une couche de vieux tan, que l'on recouvre de tan frais; on met ensuite au-dessus les peaux, en les séparant par des couches de tan, et on recouvre le tout de planches chargées de pierres. On fait arriver dans les fosses de l'eau contenant en dissolution du tannin, en quantité suffisante pour humecter toute la masse. Les fosses ainsi remplies sont abandonnées à elles-mêmes pendant 4, 6 ou 8 mois, suivant l'épaisseur des cuirs; on ne les ouvre qu'une seule fois pendant cette période pour remplacer le tan

épuisé par du tan neuf et changer les peaux de place, de telle sorte que celles qui étaient au fond reviennent à la partie supérieure.

Tout ce qui précède s'applique aux cuirs mous; le travail des cuirs forts en diffère un peu. Ainsi ces derniers ne sont pas soumis au pelanage, qui n'agirait pas assez énergiquement; on se contente de faire subir aux peaux une légère putréfaction dans des chambres dont on porte la température à 20° ou 25°, en y faisant arriver de la vapeur. On procède ensuite à l'épilage, comme pour les cuirs mous.

Les cuirs forts étant très-épais, on ajoute souvent à la jusée un peu d'acide sulfurique pour hâter le gonflement. Le séjour dans les fosses est beaucoup plus considérable que pour les cuirs mous; il est de 18 mois à 2 ans. Comme en outre les cuirs, en sortant des fosses, présentent une consistance spongieuse, on les soumet, quand ils sont secs, à une forte compression, en les passant entre des cylindres ou les battant au marteau.

242. — Les peaux tannées sont livrées au corroyeur qui leur donne du brillant et de la souplesse à l'aide de procédés variant avec l'usage auquel elles sont destinées. Ainsi les cuirs qui doivent être mis en œuvre par les selliers-bourreliers sont imprégnés de suif; ceux qui doivent servir à la fabrication des chaussures sont imprégnés d'huile. On colore ordinairement les cuirs en noir, en appliquant sur leurs faces plusieurs couches d'acétate de fer, sel que l'on

obtient par la dissolution de vieilles ferrailles dans de la bière aigrie; il se forme entre le tannin et le fer une combinaison qui devient à l'air d'un noir très-intense. Disons en passant que c'est cette combinaison qui forme la base de l'encre à écrire.

243. — La préparation des cuirs est une des industries qui a fait le moins de progrès, et, à quelques différences près, on applique encore dans la tannerie les mêmes procédés que ceux qui étaient suivis il y a plusieurs centaines d'années. L'un des principaux inconvénients de cette manière d'opérer est la longue durée de l'enfouissement des peaux dans les fosses, car il en résulte la nécessité d'une avance de fonds considérable. Il faut bien reconnaître que, parmi les améliorations qui ont été proposées, et qui ont eu surtout pour but de réduire la durée du tannage, les unes n'ont pas produit d'excellents résultats et ont généralement donné des cuirs peu solides, tendres, perméables à l'eau; quant aux autres, l'expérience n'en a pas encore suffisamment constaté la valeur.

FABRICATION DE LA COLLE-FORTE.

244. — La peau, les os, les cartilages, les vessies de certains poissons, lorsqu'on les fait bouillir dans de l'eau, finissent par se dissoudre en grande partie en donnant une liqueur visqueuse qui, par le refroidissement, se prend en gelée. Cette matière porte le nom de *gélatine*.

La gélatine n'est pas soluble dans l'eau froide qui ne fait que la ramollir et la gonfler ; elle est au contraire très-soluble dans l'eau bouillante. Le vinaigre la dissout également avec une grande facilité, et, à cet état, elle peut se conserver longtemps liquide.

La *colle-forte* n'est pas autre chose que de la gélatine impure, légèrement colorée en jaune. On sait quelles en sont les applications industrielles : les menuisiers, les ébénistes, les emballeurs l'emploient pour déterminer l'adhérence des pièces de bois ; on s'en sert pour l'encollage des chaînes dans la fabrication des tissus ; lorsqu'elle n'est pas trop impure, on l'applique même à la clarification des liquides.

La préparation de la colle-forte est une des spécialités de la ville de Givet. C'est la tannerie de cette ville qui lui a donné naissance, et elle s'est développée côte à côte avec cette industrie, dont elle utilise les résidus, tels que débris de cuirs et rognures de peaux brutes. Les produits qu'elle livre au commerce ont une grande réputation et sont connus sous le nom de *colle de Givet*. On peut évaluer la production annuelle moyenne des six fabriques de Givet à 450,000 kilog. qui représentent une valeur de 740,000 fr. Le nombre des ouvriers occupés est de 80 hommes qui gagnent 2 fr. par jour, et de 30 femmes qui gagnent 1 fr. 25.

245. — Le procédé de fabrication est assez simple. Les débris de peaux et de cuirs sont plongés dans un lait de chaux où on les laisse pendant deux ou

trois mois ; puis on les retire pour les laver à grande eau. Les matières sont encore soumises à deux traitements par la chaux, suivis chacun d'un lavage ; après quoi, on les expose pendant quelques jours à l'air pour carbonater la chaux qui les imprègne.

La chaux a pour objet de faire tomber les poils des parties qui en sont encore revêtues et de former une espèce de savon avec les matières grasses qui entrent dans la composition de la peau. Les lavages à l'eau enlèvent les substances alcalines et acides qui nuisent à la propriété gélatineuse.

Les peaux ainsi préparées sont devenues assez blanches. Elles sont alors introduites avec de l'eau dans de grandes chaudières à double fond où l'on fait circuler un courant de vapeur. L'eau, portée à l'ébullition, dissout la gélatine ; les corps gras qui accompagnent cette dernière viennent nager à la partie supérieure, et il se dépose dans le fond de la chaudière un mélange de chaux et de matières animales que l'on appelle *marcs de colle.*

Lorsque la liqueur est suffisamment concentrée, on la décante, puis on la coule dans des moules en bois de sapin où elle ne tarde pas à se figer par le refroidissement. Aussitôt que la matière est froide, on la coupe en tranches minces que l'on étend sur des filets où elle achève de se dessécher ; ces tranches prennent ordinairement les empreintes des fils qui restent parfaitement visibles sur la colle sèche.

Les corps gras qui viennent nager à la partie supérieure de la chaudière renferment toujours de la géla-

tine; en les soumettant à la presse, on obtient un liquide gélatineux que l'on repasse dans les cuves. La matière exprimée est ensuite traitée par l'acide sulfurique qui sature la chaux et met la graisse en liberté; cette graisse est très-appréciée pour le graissage des machines.

246. — Comme presque toutes les industries, la fabrication de la colle donne lieu à des résidus qui sont applicables à l'agriculture (1).

Les marcs de colle contiennent tous les éléments constitutifs du fumier d'étable; mais ils sont surtout composés de chaux et de matières organiques. La grande difficulté avec laquelle ils se désagrègent est le principal obstacle que l'on rencontre dans leur emploi; aussi, avant de les répandre sur les terres, il faut d'abord les diviser, soit en les desséchant, soit en les faisant fermenter en mélange avec de la tannée ou de la tourbe. Ils produisent alors des effets surprenants, principalement sur les prairies naturelles qui croissent dans les terrains argileux.

Dans quelques usines, on recueille les boues provenant du lavage des peaux. Ces boues contiennent à peu près les mêmes éléments que les marcs de colle, mais elles sont moins riches en principes fertilisants. Aussi elles doivent être employées sur les terres à plus forte dose. Elles se vendent cependant à peu près

(1) Consulter à ce sujet le *Journal de la Société d'Agriculture du département des Ardennes*, année 1866, tome XXIII, page 170.

aussi cher; le prix en est de 4 fr. le mètre cube, tandis que les marcs coûtent 5 fr.

FABRICATION DU VERRE.

247. — Le verre est une substance dure et transparente dont les applications sont des plus variées. Sous forme de vitre, il répand la lumière dans nos maisons; il sert à la confection de vases dans lesquels sont conservés nos boissons et nos divers liquides alimentaires; l'optique le met en œuvre pour remédier aux défauts de la vue; il sert enfin à une foule d'usages dans les arts et dans l'industrie.

Les anciens ont connu le verre. Sans que l'on soit fixé sur la date de cette découverte, on sait que les Phéniciens et les Égyptiens pratiquèrent de bonne heure l'art de la verrerie, et qu'ils en conservèrent longtemps le monopole dans leurs usines de Sidon et d'Alexandrie. Les Grecs, puis les Romains, fabriquèrent du verre; dans les fouilles d'Herculanum et de Pompéi, on a trouvé des vitres et des objets en verre dont la composition ne diffère pas sensiblement de celle des produits de nos verreries.

Apportée dans les Gaules par les Romains au III[e] siècle, l'industrie du verre passa de là en Angleterre vers le VII[e] siècle, puis dans les autres contrées septentrionales. Au moyen-âge, les verreries les plus renommées pour la beauté de leurs produits étaient celles de Venise, et la réputation s'en conserva longtemps. Au XVI[e] siècle, cette industrie se transporta en

Bohême, où les qualités des matières premières lui firent bientôt acquérir une grande perfection.

Ce n'est vraiment que sous Louis XIV que de grandes verreries s'établirent en France. Depuis cette époque, la fabrication du verre s'est constamment perfectionnée et a pris des accroissements considérables, grâce aux progrès de la chimie.

248. — Au point de vue chimique, le *verre* est un silicate de chaux et de potasse, ou de chaux et de soude. Dans la composition de quelques espèces de verres communs, comme le verre à bouteilles, il entre en outre de petites quantités de fer. Quand la chaux est remplacée par de l'oxyde de plomb ou de l'oxyde de zinc, le verre prend le nom de *cristal*.

Les alcalis (potasse et soude) sont les matières qui donnent au verre la plus grande fusibilité, et, comme ils diminuent la consommation de combustible par suite de cette propriété, il y a une grande tendance à en augmenter les proportions dans le dosage. Mais il en résulte des inconvénients : les verres trop chargés d'alcalis sont assez attaquables par l'eau et s'altèrent rapidement à l'air humide ; on dit alors que le verre est *dévitrifié*.

L'oxyde de plomb se comporte à peu près comme les alcalis ; il donne de la densité et de la fusibilité à la masse.

La chaux donne les verres les moins fusibles. Cet élément entre en forte proportion dans la composition du verre de Bohême.

Quand le verre a été refroidi brusquement, il devient très-cassant; on met souvent, dans les laboratoires, cette propriété en évidence par le phénomène des *larmes bataviques*, qui est connu de tout le monde. Pour diminuer la fragilité du verre, il suffit de le recuire et de le laisser refroidir lentement.

249. — Il existait autrefois à Monthermé et à Fumay des verreries importantes qui occupaient 230 ouvriers et dans lesquelles on fabriquait des glaces et des verres à vitre. Depuis plusieurs années, ces usines avaient reçu une autre destination et le travail du verre avait disparu du département des Ardennes, lorsque, en 1866, il s'établit à Charleville une usine destinée spécialement à la fabrication de la *gobeleterie*, c'est-à-dire des verres à boire, des bocaux, des flacons, etc. Voici, en quelques mots, quels sont les principaux procédés suivis dans cette usine.

Les matières premières que l'on met en œuvre consistent en sable siliceux blanc, très-fin, que l'on extrait dans les environs de Reims, en chaux très-pure, en carbonate de soude, et en débris de verre provenant des précédentes opérations ou de vieux verres cassés.

Le mélange des matières est introduit dans des creusets, ou *pots*, disposés dans un four au nombre de huit. Sous l'influence de la chaleur, elles entrent en fusion, se combinent et donnent lieu à un silicate de soude et de chaux. Quand la masse est complètement fondue et bien vitrifiée, on la laisse refroidir

jusqu'à consistance pâteuse, état sous lequel elle se prête le mieux au travail. C'est alors qu'un ouvrier, armé d'une canne de fer creuse, vient *cueillir* du verre fondu dans le creuset et lui donne la forme sous laquelle il doit être livré au commerce.

Pendant la fusion, il surnage souvent à la surface du bain liquide des impuretés que les verriers appellent *fiel* ou *sel de verre ;* ce sont des sulfates et des chlorures qui proviennent des alcalis impurs introduits dans le lit de fusion. Il faut avoir soin de les enlever avec une cuiller de fer.

La confection des creusets est une des questions les plus importantes qui se présentent dans l'industrie du verre, et souvent la réussite commerciale d'une usine dépend uniquement de la qualité de ces appareils indispensables ; aussi on ne saurait mettre trop de soins à les fabriquer et à choisir les matières premières qui entrent dans leur composition. On les prépare avec de l'argile très-réfractaire ; on les fait sécher lentement à l'air libre, puis dans une étuve, et on les recuit dans un four spécial. L'argile dont on se sert à Charleville vient de Normandie.

250. — Nous donnerons une idée des opérations auxquelles on soumet le verre fondu pour le transformer en objets utiles en choisissant comme exemple la fabrication d'un flacon.

Un ouvrier plonge la canne dans le creuset, *cueille* avec cette canne autant de verre qu'il le peut et la retire en la tournant dans les mains. Quand la matière

a pris assez de consistance pour qu'elle ne se replie plus sur elle-même, l'ouvrier en cueille de nouveau, et il opère ainsi jusqu'à ce qu'il ait fixé à l'extrémité de la canne une quantité de verre suffisante. Un autre ouvrier reçoit la canne des mains du premier et il commence à souffler le verre en le tournant constamment sur une plaque pour façonner le goulot; ensuite il réchauffe un peu la matière dans le four et achève de souffler le flacon en l'introduisant dans un moule qui lui donne sa forme définitive. Il ne reste plus qu'à entourer le goulot d'une petite corde de verre et à recuire l'objet dans un four à la température du rouge sombre.

251. — Les différentes colorations du verre s'obtiennent à l'aide d'oxydes métalliques que l'on fait entrer dans la composition du lit de fusion. Ainsi l'oxyde de fer et l'oxyde de chrôme donnent du vert; l'oxyde de cobalt, du bleu; l'oxyde de manganèse, du violet; l'or et l'oxyde de cuivre, du rouge, etc.

Souvent le verre est taillé et poli à l'aide de meules et de roues montées sur un tour. On dégrossit d'abord les pièces avec une roue de fonte sur laquelle on fait arriver du sable mouillé, à grains assez durs pour user le verre; on se sert ensuite de meules de plus en plus fines, et l'on donne le dernier poli avec une roue en bois dont on recouvre la surface de pierre ponce ou de potée d'étain (1).

Le nombre des ouvriers occupés par la verrerie de

(1) La *potée d'étain* est de l'étain calciné ou oxyde d'étain.

Charleville est de 120. On y fabrique environ 700,000 kilog. de produits par an.

FABRICATION DE LA POUDRE.

252. — La poudre à canon est un mélange à proportions variables de salpêtre, de soufre et de charbon, qui est destiné à lancer à grande distance des projectiles par l'effet de la force expansive des gaz qu'il développe en s'enflammant.

La découverte en remonte à une plus haute antiquité qu'on ne le croit généralement ; sans énumérer toutes les citations qui ont été faites par les auteurs, nous nous contenterons de rappeler que la poudre paraît avoir été employée pour la première fois en France à la bataille de Crécy (1346).

Mais la poudre ne sert pas seulement à l'art de la guerre et à la chasse ; l'exploitation des mines et des carrières en fait un grand usage pour l'abatage des roches, et à ce titre elle doit trouver place dans un ouvrage consacré à l'industrie.

C'est en 1632 que la poudre fut employée pour la première fois dans l'industrie minière, et cette application fut l'un des progrès les plus remarquables de l'art des mines, car elle diminua de plus de moitié le prix de revient des ouvrages. Jusque-là, on ne pouvait attaquer que par le feu les roches dures et tenaces sur lesquelles les outils les mieux trempés ne *mordaient* pas ; on se fondait sur cette propriété que possèdent les roches les plus résistantes de se dilater et

de se fendre, lorsqu'elles sont brusquement échauffées, en perdant l'eau dont elles sont pénétrées. Nous avons vu employer encore cet antique procédé dans des mines de Suède et de Norwège.

253. — La force projective de la poudre réside dans l'énorme volume de gaz que développe la réaction du charbon sur le salpêtre. Le rôle principal du soufre est de rendre la combustion plus vive et de donner de l'inaltérabilité au produit.

L'expérience a prouvé que la plus grande force de projection est atteinte par un mélange de 75 parties de salpêtre pour 12,50 de charbon et 12,50 de soufre. C'est le dosage que l'on a adopté en France pour la poudre de guerre.

La poudre de chasse s'écarte un peu de cette composition; elle contient 76,90 de salpêtre, 9,60 de soufre et 13,50 de charbon.

Les proportions des éléments dans la poudre de mine consistent en 62 parties de salpêtre, 20 de soufre et 18 de charbon. C'est à dessein que l'on a adopté pour cette poudre un dosage si différent de celui des deux premières; le Gouvernement, qui prélève un droit considérable sur la poudre de chasse, a cherché à fabriquer un produit peu explosible, qui encrasse beaucoup, et qui, par suite, est inapplicable dans les armes à feu.

La préparation et la vente de la poudre présentant de grands dangers, l'État s'est réservé le monopole de cette industrie. On fabrique la poudre dans une

douzaine d'usines dont l'une est placée dans le département des Ardennes, à Saint-Ponce, près Mézières. Cette poudrerie doit être d'une construction fort ancienne, car on sait qu'elle existait avant 1660. Elle produit surtout de la poudre de chasse et de la poudre de mine, et accidentellement de la poudre de guerre. Le chiffre de production annuelle de la poudre de mine est d'environ 300,000 kilog. représentant une valeur de 675,000 fr.; celui de la poudre de chasse est de 50,000 kilog. valant 500,000 fr. Le nombre d'ouvriers occupés est de 38 hommes et 5 femmes.

254. — Le choix des matières premières est d'une grande importance pour la qualité des produits.

Le salpêtre dont on se sert est du nitre raffiné, ou azotate de potasse à peu près pur, qui ne renferme plus que quelques millièmes de substances étrangères; on le prépare dans les raffineries du département du Nord. Il arrive à Saint-Ponce à l'état de petits grains cristallins, très-faciles à pulvériser et s'écrasant sous une légère pression des doigts.

Le soufre vient de Marseille en gros blocs de 250 kilog. qui remplissent des tonneaux. Il est très-cassant, et, quand on le sort de son enveloppe, il se réduit en morceaux menus.

Le charbon doit réunir des qualités spéciales : il doit être sec, sonore, léger, friable, à cassure nette, et ne donner par la combustion qu'une très-faible quantité de cendres. On le prépare avec du bois blanc ou du bois de bourdaine que l'on carbonise dans des

cylindres en fonte chauffés avec la houille et les gaz provenant de la carbonisation du bois lui-même ; on obtient ainsi un rendement de 28 à 32 p. 0/0.

Quand le charbon doit servir à la fabrication de la poudre de chasse, on ne pousse pas la carbonisation aussi loin que quand il s'agit des deux autres espèces de poudre, et, au lieu de charbon noir, on obtient du *charbon roux*, qui renferme encore une assez forte proportion de gaz et fournit par suite un produit plus explosif. Le rendement est alors beaucoup plus élevé ; il est d'environ 42 p. 0/0.

255. — Le soufre et le charbon doivent être réduits en poussière fine avant d'être mélangés. Autrefois on les pulvérisait toujours seuls, et c'est ce que l'on fait encore pour la poudre de guerre ; mais on préfère maintenant les pulvériser ensemble ou avec le salpêtre, car on obtient un mélange plus intime. On introduit les matières, avec de petites billes, ou *gobilles*, en bronze, dans des tonnes en bois que l'on fait tourner plus ou moins rapidement autour d'un axe horizontal ; ce sont ces billes qui écrasent les matières en roulant avec elles. Les trois éléments qui entrent dans la composition de la poudre ayant été pesés, on traite ainsi, dans des tonnes séparées, le mélange du salpêtre avec une faible partie du charbon, et le mélange du soufre avec le reste du charbon.

Les substances pulvérisées sont blutées à travers un tamis qui ne laisse passer que de la poussière fine, et l'on repasse dans les tonnes les grains qui restent

sur le tamis. Les deux mélanges de salpêtre et charbon et de soufre et charbon que l'on obtient sont alors placés dans de nouvelles tonnes à gobilles qui en font un mélange unique et bien intime, qui renferme les proportions voulues de salpêtre, soufre et charbon.

Pour la poudre de guerre, dont la préparation ne demande pas autant de soin, on supprime généralement ce dernier *gobillage,* et les matières sont mélangées par des meules verticales en fonte, d'un poids considérable, qui roulent sur une plate-forme également en fonte. On humecte de temps en temps la poudre avec de l'eau. Sous l'influence de la pression le mélange s'opère définitivement, et la poudre, prenant du corps, se transforme en galettes très-compactes.

La poudre de chasse subit aussi le travail des meules; mais, comme les éléments en ont déjà été mélangés par le gobillage, l'opération dure beaucoup moins longtemps que pour la poudre de guerre. Quant à la poudre de mine, elle ne passe pas aux meules.

256. — Si on laissait la poudre en poussière fine telle que la fournissent les meules ou les tonnes, elle formerait par agglutination des morceaux qui ne s'enflammeraient que successivement et *feraient long feu.* C'est pour éviter cet inconvénient qu'on la soumet à l'opération du *grenage,* qui a pour but de la réduire en grains; quand on l'enflamme, elle brûle alors instantanément, parce que le feu peut s'introduire dans

les interstices des grains et fait partir toute la masse en un espace de temps très-court.

Le grenage se fait à l'aide de cribles percés de trous circulaires égaux. Les galettes, portées sur le crible, reçoivent la pression d'un disque de bois dur qui est animé d'un double mouvement de rotation et de translation; la matière, forcée de passer à travers les trous, se transforme en grains que l'on sépare ensuite, suivant leurs grosseurs, avec des tamis de différentes dimensions.

La poudre subit en outre un *lissage* qui arrondit les grains et leur donne du brillant. Il suffit pour cela de frotter les grains les uns contre les autres en les faisant tourner dans des tonnes.

L'opération du grenage ne donne pas, pour la poudre de mine, des grains assez gros; on pourrait à la vérité y arriver, mais on trouve plus économique d'opérer autrement. Les grains que l'on obtient par le grenage sont humectés et introduits, avec du poussier de poudre, dans des tonnes que l'on fait tourner lentement. Le poussier vient alors se coller sur les grains humides qui augmentent peu à peu de volume jusqu'à ce qu'ils aient atteint les dimensions de petits pois.

Enfin on fait sécher la poudre, soit à l'air libre, soit sous l'influence d'une douce chaleur, et on l'expédie dans des barils ou dans des boites.

Les plus grandes précautions doivent être apportées dans cette dangereuse fabrication. Autant que possible, on sépare les différentes préparations dans de petits bâtiments éloignés les uns des autres, en sorte que,

si une explosion se manifeste, elle est localisée et ne se propage pas. Les toits de ces bâtiments sont souvent disposés pour être enlevés tout d'une pièce par l'explosion, sans renverser les murs qui les supportent.

FABRICATION DES BROSSES.

257. — Cette industrie, toute modeste qu'elle peut paraître au premier abord, occupe pourtant près de 500 ouvriers à Charleville et donne lieu à un chiffre d'affaires que l'on peut évaluer à 800,000 francs. La fabrication des brosses a été introduite dans cette ville vers 1829, et, après avoir eu les plus humbles débuts, elle est devenue l'une des plus importantes et des plus renommées de France.

Les soies de porc sont les matières avec lesquelles on fait la plus grande quantité de brosses; on les achète dans le pays même ou bien à l'étranger, principalement en Allemagne et en Russie; le prix en atteint quelquefois le chiffre élevé de 16 fr. le kilog. Pour la fabrication de brosses spéciales, on emploie d'autres matières : les crins de cheval, les fibres de quelques végétaux, tels que la bruyère, le chiendent d'Italie, le *passava* et le *tampico* du Mexique, etc. Depuis quelque temps, on fait des essais qui ont pour but l'utilisation de l'épiderme des plumes d'oie, sciée et débitée mécaniquement en fils qui ont l'apparence et la consistance des soies de porc.

Les soies de porc, quand elles arrivent dans les usines, sont quelquefois recouvertes de petites pelli-

cules et de sang caillé; telles sont les matières qui viennent de contrées, comme la Lorraine, où l'on a l'habitude d'échauder les porcs et de râcler la peau pour en enlever les poils. Dans ce cas, il faut débarrasser les poils de la substance étrangère en leur faisant subir une légère fermentation. Pour les soies qui ont été arrachées du corps de l'animal, cette opération n'est pas nécessaire.

Les poils sont ensuite triés et classés en différentes catégories, suivant leur couleur, leur longueur, leur grosseur, etc.; puis ils sont nettoyés dans un bain chaud de savon.

Quelquefois il est nécessaire de les redresser. On les réunit alors autour d'un bâton, et on les ficelle fortement de manière à en former des paquets que l'on appelle des *carottes*, parce qu'ils en ont en effet l'aspect; en faisant bouillir ces carottes pendant deux heures dans de l'eau, on force les poils à se tenir droit et on les rend parfaitement propres à la confection des brosses.

258. — Pour fabriquer une brosse, on prend d'abord une *patte*, ou morceau de bois percé de trous ronds égaux et disposés en quinconce. On passe dans un de ces trous une ficelle doublée en boucle dans laquelle on engage par son milieu un faisceau de poils d'à peu près même longueur; en tirant fortement la ficelle, on force le faisceau à se doubler en entrant dans le trou et à se plier en deux parties égales. On passe la même ficelle en boucle dans le trou suivant,

on y engage un nouveau faisceau de poils, et ainsi de suite jusqu'à ce que l'on ait rempli tous les trous de poils. Avec des ciseaux, on rogne tous les poils pour égaliser la surface de la brosse.

La patte est ordinairement en hêtre, en noyer ou en tout autre bois dur; on la recouvre d'une feuille de placage dans les brosses à habits. Ces bois sont tournés et préparés dans des usines spéciales dont les principales se trouvent dans le département de la Meuse, à Dieue et à Récicourt.

Pour les brosses à tête, les brosses à main, les brosses à dents, les brosses de blaireau pour la barbe, etc., la patte est en os ou en ivoire; on remplace alors la ficelle par un fil de laiton. Mais cette brosserie fine est plutôt l'article de Paris que celui de Charleville.

Quand les poils de la brosse doivent être assez longs pour qu'on ne puisse les plier en deux parties, on ne se sert pas de ficelles ni de fils de laiton; on plonge les petits faisceaux de poils dans de la poix liquide par une extrémité, et on les introduit dans les trous.

On fabrique les pinceaux et les brosses à peinture en serrant fortement, à l'aide d'une cordelette, des bottes de crins autour d'un mandrin en bois; on chasse ce mandrin par un bâton destiné à servir de manche, qui vient prendre sa place et qui ne pénètre qu'à une petite distance dans la botte; on coupe les poils de niveau aux deux bouts, et enfin on enduit le haut de la botte de colle-forte ou de cire et de résine fondues.

FIN.

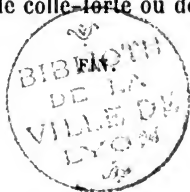
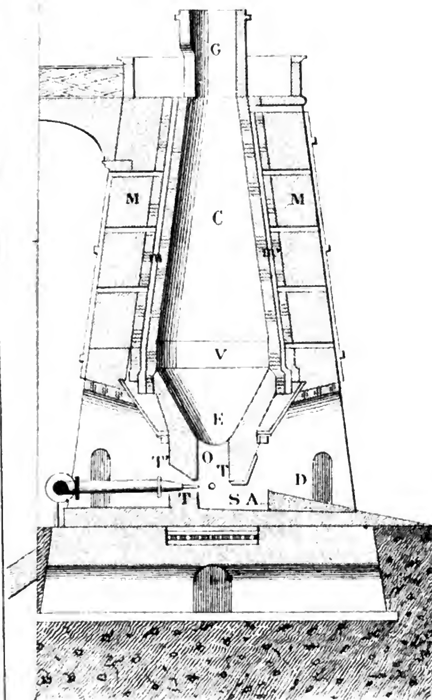


Fig. 7.



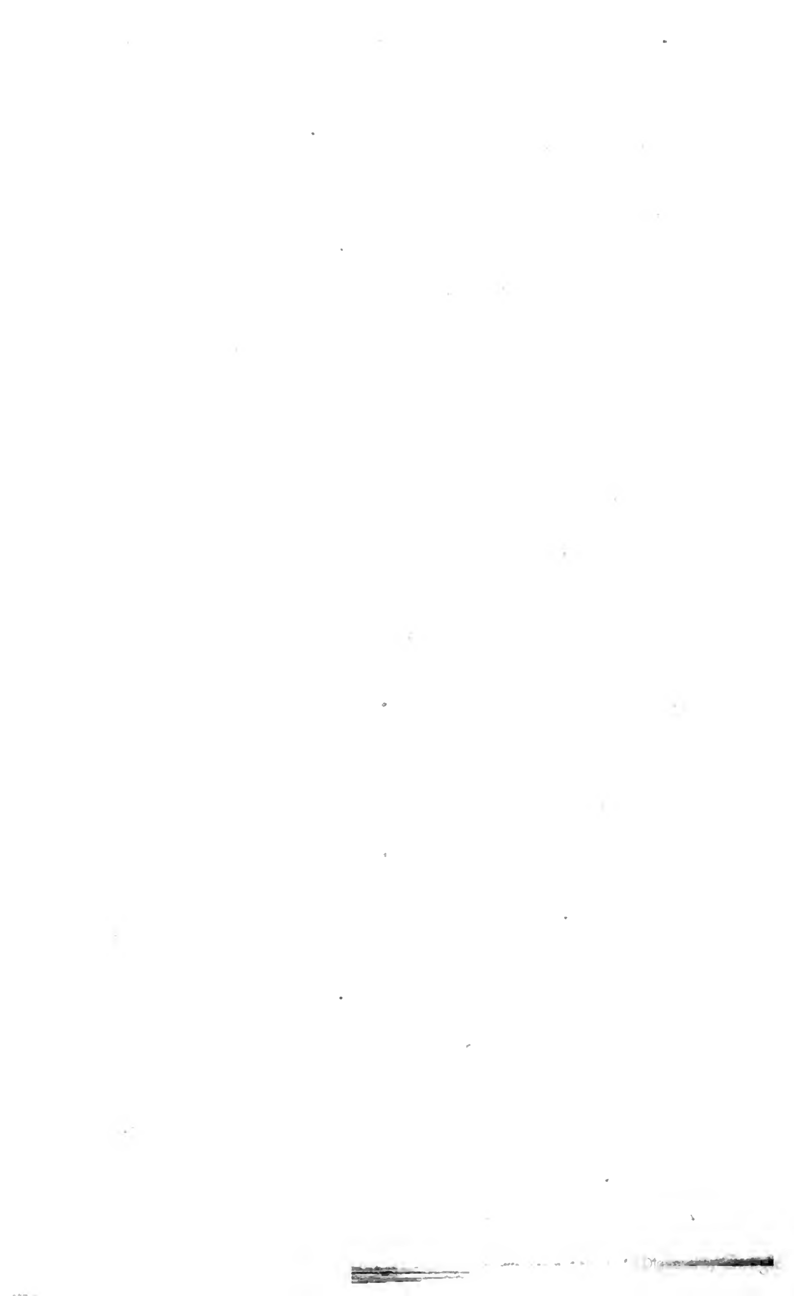


Fig. 11.

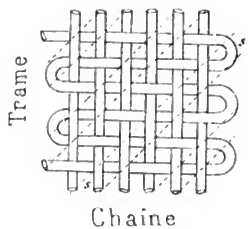
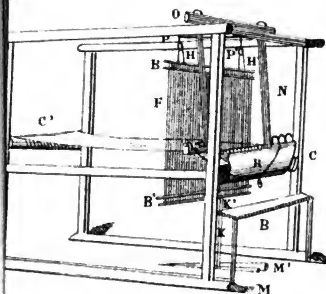


Fig. 14.



Lith. Eugène Jolly à Ch.ville

TABLE DES MATIÈRES.

CHAPITRE I[er]. — *Industrie minérale.*

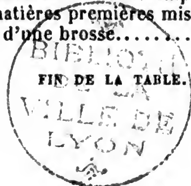
CHAPITRE III. — *Industrie forestière.*

CHAPITRE IV. — *Industrie métallurgique.*

I. — *Industrie du fer.*

CHAPITRE V. — *Industrie des tissus.*

Chapitre VI. — *Industries diverses.*



FIN DE LA TABLE.

